

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-214741

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

F02B 11/00
F02B 17/00
F02D 13/02
F02D 21/08
F02D 41/02
F02D 41/40
F02D 43/00
F02M 25/07

(21)Application number : 2000-020549

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 28.01.2000

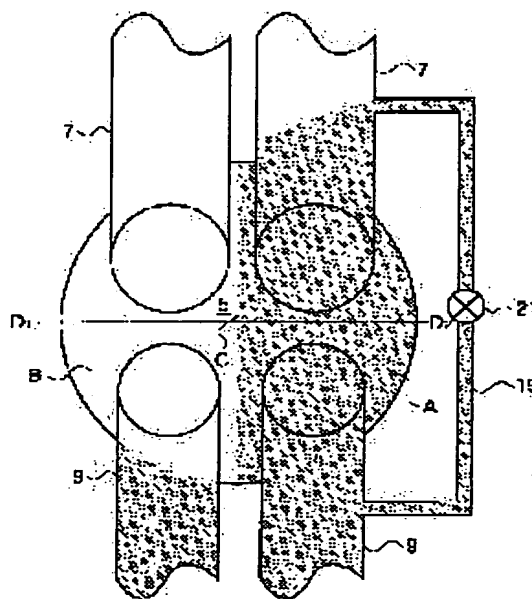
(72)Inventor : YOSHIKAWA YUKIHIRO
NAITO TAKESHI
TERACHI ATSUSHI
AOCHI EIJI

(54) COMPRESSED SELF-IGNITION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the self-ignitability without causing any knocking in a wide operation range.

SOLUTION: An exhaust circulating passage 19 for circulating exhaust is connected to one intake port 7. The exhaust is introduced from the one intake port 7, whereby an EGR layer containing EGR gas A obtained by circulating the exhaust is formed in a combustion chamber 5, and an air layer formed by introducing only fresh air B from the other intake port 7 is formed. The boundary part between the EGR layer and the air layer is the area having a large temperature gradient, and fuel is injected to this area by a fuel injection valve provided in the central upper part of the combustion chamber 5. According to this, a pre-reaction starts from the boundary part having the large temperature gradient, and the self-ignition gently progresses to the area with low temperature according to the temperature gradient.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The compressed self-ignition type internal combustion engine characterized by the temperature gradient in said combustion chamber injecting a fuel by said fuel injection valve to a large field in the compressed self-ignition type internal combustion engine which a combustion chamber is equipped [internal combustion engine] with the fuel injection valve which injects a direct fuel, and you carry out [internal combustion engine] self-ignition of the gaseous mixture of said combustion chamber according to a compression operation of a piston, and makes it burn.

[Claim 2] The field where a temperature gradient is large is a compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 1 characterized by being the boundary part of an EGR layer including the exhaust air which it is discharged [exhaust air] from a combustion chamber and made said combustion chamber flow back, and the air space which consists of new mind introduced from the inhalation-of-air path.

[Claim 3] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 characterized by preparing two inhalation-of-air paths, connecting the other end of the exhaust air reflux path which an end connects to one inhalation-of-air path in a flueway, and making exhaust air flow back through one [said] inhalation-of-air path.

[Claim 4] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 3 characterized by changing mutually the open stage of two inlet valves prepared corresponding to two inhalation-of-air paths, respectively.

[Claim 5] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 which the inhalation-of-air line after an exhaust air top dead center considers the closed stage of an exhaust valve as the middle, and is characterized by making exhaust air flow backwards from a flueway, and forming an EGR layer while setting up the overlap period which both the exhaust valve and the inlet valve are opening and forming an air space by inhalation-of-air installation during this overlap period.

[Claim 6] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 which forms the septum which divides the inside of an inhalation-of-air path into two paths, and while divided and is characterized by connecting the other end of said exhaust air reflux path which an end connects to a path in a flueway, and making exhaust air flow back only from one [said] path.

[Claim 7] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 to 6 characterized by making the rate of an EGR layer low, so that an engine load becomes high.

[Claim 8] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 to 7 characterized by making the rate of an EGR layer high, so that an engine rotational frequency becomes high.

[Claim 9] The compressed self-ignition type internal combustion engine according to claim 2 to 8 characterized by changing fuel injection timing according to change of the rate of an EGR layer and an air space.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention equips a combustion chamber with the fuel injection valve which injects a direct fuel, and relates to the compressed self-ignition type internal combustion engine which you carry out [internal combustion engine] self-ignition of the gaseous mixture of a combustion chamber according to a compression operation of a piston, and makes it burn.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to improve the gasoline heat efficiency of internal combustion engine, while reducing a pumping loss by Lean-izing gaseous mixture, the technique of enlarging the ratio of specific heat of working medium, and improving a theoretical thermal efficiency is known. However, in the conventional jump-spark-ignition type internal combustion engine, if an air-fuel ratio is Lean-ized, a combustion period will delay and combustion stability will get worse. For this reason, there is a limitation in Lean-ization of an air-fuel ratio.

[0003] It considers as the technique which Lean-izes an air-fuel ratio, avoiding aggravation of such combustion stability, and the compressed self-ignition internal combustion engine which makes premixing compressed self-ignition combustion cause is indicated by JP,7-332141,A. In premixing compressed self-ignition combustion, since a combustion reaction occurs from two or more locations of a combustion chamber, when an air-fuel ratio Lean-izes, the combustion stabilized also in the Lean air-fuel ratio is attained, without a combustion period delaying compared with jump spark ignition. Moreover, combustion temperature falls for Lean and an air-fuel ratio can also reduce NOx sharply.

[0004] However, self-ignition combustion is strongly influenced of an air-fuel ratio. For example, when an air-fuel ratio is made rich in consideration of heavy load operation, the fuel quantity which causes a combustion reaction increases, combustion becomes intense, and knocking is caused. For this reason, there is a problem that operation by self-ignition combustion with a heavy load is difficult.

[0005] Moreover, when an air-fuel ratio is Lean-ized in consideration of low load driving, it becomes unstable burning the reaction which the concentration of a fuel falls and results in self-ignition, without progressing enough, and operability gets worse.

[0006] As a technique of improving the ignitionability of a fuel in self-ignition combustion, what hot exhaust air is introduced [what] into an inhalation-of-air system, and raises the temperature in a cylinder to JP,11-182246,A is indicated by the former. This connects the other end of the exhaust air reflux path where an end is connected to a flueway, introduces exhaust air into a combustion chamber through the inhalation-of-air path of one of these, injects a fuel in the inhalation-of-air path of another side, and introduces that gaseous mixture into one side of two inhalation-of-air paths in a combustion chamber.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional internal combustion engine, although it has composition which introduces hot exhaust air (EGR gas) in a cylinder, since a fuel is injected in inhalation air, it is hard to be influenced of the heat by hot EGR gas, and ignitionability is not fully improved.

[0008] On the other hand, for example, when a fuel is injected in EGR gas, a lifting and combustion

become intense about combustion at a stretch, and the fuel in ERG gas becomes the factor which causes knocking.

[0009] Then, this invention aims at raising self-ignition nature, without generating knocking in a large operating range.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose, invention of claim 1 equips a combustion chamber with the fuel injection valve which injects a direct fuel, and is considered as the configuration to which the temperature gradient in said combustion chamber injects a fuel by said fuel injection valve to a large field in the compressed self-ignition type internal combustion engine which you carry out [internal combustion engine] self-ignition of the gaseous mixture of said combustion chamber according to a compression operation of a piston, and makes it burn.

[0011] According to the compressed self-ignition type internal combustion engine of such a configuration, a reaction is beforehand started from the large field of a temperature gradient where the fuel was injected. There are not many fuels required for the ignition source for lighting first since there is a temperature gradient at this time as they cause knocking. Moreover, rapid combustion is avoided and after ignition serves as loose combustion, in order that self-ignition may go to the field where temperature is low one by one according to the temperature gradient.

[0012] Invention of claim 2 is considered as the configuration which is the boundary part of an EGR layer including the exhaust air which the field where a temperature gradient is large is discharged [exhaust air] from a combustion chamber, and made said combustion chamber flow back, and the air space which consists of new mind introduced from the inhalation-of-air path in the configuration of invention of claim 1.

[0013] According to the above-mentioned configuration, a fuel is injected by the boundary part of the EGR layer by the side of an elevated temperature, and the air space by the side of low temperature.

[0014] In the configuration of invention of claim 2, invention of claim 3 prepares two inhalation-of-air paths, connects the other end of the exhaust air reflux path which an end connects to a flueway at one inhalation-of-air path, and is considered as the configuration which makes exhaust air flow back through one [said] inhalation-of-air path.

[0015] According to the above-mentioned configuration, exhaust air flows back from an exhaust air reflux path to a combustion chamber through one inhalation-of-air path, an EGR layer is formed in a combustion chamber by this, from the inhalation-of-air path of another side, new mind is introduced into a combustion chamber and an air space is formed.

[0016] Invention of claim 4 is considered as the configuration which changed mutually the open stage of two inlet valves prepared corresponding to two inhalation-of-air paths, respectively in the configuration of invention of claim 3.

[0017] The gas which the gas previously introduced when the installation stage of installation stage [of the exhaust air to a combustion chamber] and new mind shifted mutually according to the above-mentioned configuration and it formed a swirl in a combustion chamber especially flowed into the piston side, and was behind introduced on it flows, and stratification[of an EGR layer and an air space]-izing becomes easy.

[0018] Invention of claim 5 is considered as the configuration which the inhalation-of-air line after an exhaust air top dead center considers the closed stage of an exhaust valve as the middle, exhaust air is made to flow backwards from a flueway while setting up the overlap period which both the exhaust valve and the inlet valve are opening and forming an air space by inhalation-of-air installation during this overlap period, and forms an EGR layer in the configuration of invention of claim 2.

[0019] According to the above-mentioned configuration, new mind is introduced into a combustion chamber from a flueway from an inhalation-of-air path, respectively, and exhaust air forms an air space and an EGR layer, respectively because a piston descends during an overlap period.

[0020] In the configuration of invention of claim 2, invention of claim 6 forms the septum which divides the inside of an inhalation-of-air path into two paths, and while divided, the other end of said exhaust air reflux path which an end connects to a flueway at a path is connected, and it is considered as the configuration which makes exhaust air flow back only from one [said] path.

[0021] According to the above-mentioned configuration, it flows back to a combustion chamber through a path, and an EGR layer is formed in a combustion chamber by this, from the path of another side, new mind is introduced into a combustion chamber and an air space is formed [exhaust air was divided by the septum from the exhaust air reflux path]. In this case, in forming a tumble flow by the combustion chamber especially, stratification-ization with an EGR layer and an air space becomes easy.

[0022] In the configuration of invention of claim 2 thru/or either of 6, invention of claim 7 is considered as the configuration which makes the rate of an EGR layer low, so that an engine load becomes high.

[0023] If the rate of an EGR layer becomes high, in order that the rate of an air space may naturally decrease, the amount of oxygen of a combustion chamber decreases, and in order that the fuel quantity which can be injected to a combustion chamber in connection with this may decrease, an engine load falls. Moreover, it is more advantageous to make the rate of an EGR layer high in low loading with little fuel quantity, when the ignitionability of a fuel is taken into consideration.

[0024] In the configuration of invention of claim 2 thru/or either of 7, invention of claim 8 is considered as the configuration which makes the rate of an EGR layer high, so that an engine rotational frequency becomes high.

[0025] Since the real time when reaction combustion progresses beforehand decreases so that an engine rotational frequency becomes high, a combustion reaction stops being able to progress easily. This means that the ignitionability of a fuel gets worse like high rotation. Therefore, it is more advantageous to make the rate of an EGR layer high, in order to promote the ignitionability of a fuel.

[0026] Invention of claim 9 is considered as the configuration to which fuel injection timing is changed according to change of the rate of an EGR layer and an air space in the configuration of invention of claim 2 thru/or either of 8.

[0027] According to the above-mentioned configuration, if the rate of an EGR layer and an air space changes, the fuel supply to a boundary part will be certainly made by the location of the boundary part between both layers also changing, and changing fuel injection timing corresponding to this. For example, since back pressure is high near a compression top dead center when a fuel is injected near the top dead center in the second half of a pressing operation and the accomplishment force of the fuel spray is suppressed, it becomes effective when said boundary part is formed near the fuel injection valve. Since it is in the condition that back pressure is lower, on the other hand when fuel injection is performed at an early stage from the above-mentioned stage, the accomplishment force of the fuel spray becomes large, therefore when a boundary part is in the location distant from the fuel injection valve, it becomes effective in this case.

[0028]

[Effect of the Invention] In the compressed self-ignition type internal combustion engine which according to invention of claim 1 a combustion chamber is equipped [internal combustion engine] with the fuel injection valve which injects a direct fuel, and you carry out [internal combustion engine] self-ignition of the gaseous mixture of said combustion chamber according to a compression operation of a piston, and makes it burn Since the temperature gradient in said combustion chamber injected the fuel by said fuel injection valve to the large field, Self-ignition combustion can go to the field where temperature is low one by one from the large field of a temperature gradient, knocking generating by rapid combustion can be prevented, and the self-ignition combustion stabilized in the larger operating range can be made to occur.

[0029] According to invention of claim 2, the field where a temperature gradient is large Since it is the boundary part of an EGR layer including the exhaust air which it is discharged [exhaust air] from a combustion chamber and made said combustion chamber flow back, and the air space which consists of new mind introduced from the inhalation-of-air path, by injecting a fuel into the boundary part of the EGR layer by the side of an elevated temperature, and the air space by the side of low temperature Sequential generating of the self-ignition combustion can be carried out from this boundary part, knocking generating by rapid combustion can be prevented, and the self-ignition combustion stabilized in the larger operating range can be made to occur.

[0030] Since two inhalation-of-air paths are prepared, the other end of the exhaust air reflux path

which an end connects to one inhalation-of-air path in a flueway is connected and it was made to make exhaust air flow back through one [said] inhalation-of-air path according to invention of claim 3, While exhaust air is introduced into a combustion chamber from one inhalation-of-air path through an exhaust air reflux path and forms an EGR layer, from the inhalation-of-air path of another side, new mind can be introduced, an air space can be formed and, thereby, the large field of a temperature gradient can be formed.

[0031] Since the open stage of two inlet valves prepared corresponding to two inhalation-of-air paths, respectively was changed mutually according to invention of claim 4, when the introductory stage of the exhaust air to a combustion chamber and the introductory stage of new mind shift mutually and form a swirl in a combustion chamber especially, stratification-ization with an EGR layer and an air space becomes easy, and the large field of a temperature gradient can be formed certainly.

[0032] While according to invention of claim 5 the inhalation-of-air line after an exhaust air top dead center sets up the overlap period when both the exhaust valve and the inlet valve are opening the closed stage of an exhaust valve as the middle and forms an air space by inhalation-of-air installation during this overlap period An air space and an EGR layer can be formed by the combustion chamber with simpler structure, respectively, without forming the exhaust air reflux equipment of dedication, since exhaust air is made to flow backwards from a flueway and the EGR layer was formed.

[0033] Since the septum which divides the inside of an inhalation-of-air path into two paths was formed, and the other end of said exhaust air reflux path which an end connects to a path in a flueway is connected and it was made to make exhaust air for while to have divided and flow back only from one [said] path according to invention of claim 6, While exhaust air is introduced into a combustion chamber from one path through an exhaust air reflux path and forms an EGR layer, from the path of another side, new mind can be introduced, an air space can be formed and, thereby, the large field of a temperature gradient can be formed.

[0034] According to invention of claim 7, in order to make the rate of an EGR layer low so that the engine load became high, even if load conditions change, an EGR layer and an air space can be formed the optimal and compressed self-ignition operation of the ignitionability in the time of low loading improving etc. stabilized in the larger load field is attained.

[0035] In order according to invention of claim 8 to make the rate of an EGR layer high so that the engine rotational frequency became high, even if an engine rotational frequency changes, an EGR layer and an air space can be formed the optimal and compressed self-ignition operation of the combustion reaction in a high rotational frequency region becoming easy to progress, and the ignitionability of a fuel improving etc. stabilized in the larger rotation field is attained.

[0036] According to invention of claim 9, since it was made to change fuel injection timing according to change of the rate of an EGR layer and an air space, even if the rate of an EGR layer and an air space changes and the location of the boundary part between both layers changes, a fuel can be certainly injected into said boundary part.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of implementation of this invention is explained based on a drawing.

[0038] The whole compressed self-ignition type internal combustion engine system configuration Fig. in which drawing 1 shows the gestalt of implementation of the 1st of this invention, and drawing 2 are the top views which that engine body 1 circumference simplified. An engine 1 It has two exhaust valves 13 prepared corresponding to the exhaust air port 9 of two inlet valves [11 or 2] prepared corresponding to a piston 3, a combustion chamber 5, two suction ports 7 that constitute an inhalation-of-air path, and the suction port 7 of two exhaust air ports [9 or 2] which constitute a flueway, respectively, respectively, respectively. The fuel injection valve 15 which carries out injection supply of the gasoline fuel in a combustion chamber 5 is installed in the center of the upper part of a combustion chamber 5, and the ignition plug 17 which adjoins a fuel injection valve 15 and operates at the time of jump-spark-ignition combustion is installed in it.

[0039] One suction port 7 and one exhaust air port 9 are connected by the exhaust air reflux path 19, and the exhaust air reflux control valve 21 is formed in the exhaust air reflux path 19. This exhaust air reflux control valve 21 and the above mentioned fuel injection valve 15, and an ignition plug 17

operate in response to the output signal from an electronic control unit (ECU) 23, and ECU23 receives the input of each output signal of the crank angle sensor 25 which detects an engine rotational frequency, and the accelerator opening sensor 27 which detects accelerator opening (engine load).

[0040] ECU23 is equipped with the combustion pattern judging section 29, the jump-spark-ignition combustion control section 31, the self-ignition combustion control section 33, the EGR control section 35, and the fuel-injection-timing control section 37, respectively, for example, is realized as a program of a microcomputer.

[0041] The combustion pattern judging section 29 judges that compressed self-ignition operation is performed in a operating range below the number of inside low loading and middle turns, and a combustion pattern performs jump-spark-ignition combustion in a heavy load or a high rotational frequency region, as shown in drawing 3. When judged with jump-spark-ignition combustion by the combustion pattern judging section 29, the jump-spark-ignition combustion control section 31 controls a fuel injection valve 15 and an ignition plug 17, and makes jump-spark-ignition combustion perform, and on the other hand, when judged with self-ignition combustion by the combustion pattern judging section 29, the self-ignition combustion control section 33 controls the EGR control section 35 and the fuel-injection-timing control section 37, respectively, and makes self-ignition combustion perform. The EGR control section 35 changes the amount of exhaust air reflux which the exhaust air reflux control valve 21 is controlled [amount], and makes exhaust air flow back in an inhalation-of-air system, and the fuel-injection-timing control section 37 controls a fuel injection valve 15, and changes fuel injection timing.

[0042] Drawing 4 shows the range where the self-ignition combustion to an air-fuel ratio (A/F) is materialized in the slash section. If the air-fuel ratio is made into Lean, combustion stability will get worse and an engine's torque fluctuation will become large. For this reason, a design value or the air-fuel ratio AFL from which the stability limitation which carries this internal combustion engine and can be permitted as character of a car etc. serves as the stability threshold value Sth serves as the Lean limitation as an internal combustion engine. On the other hand, if the air-fuel ratio is made rich, knocking reinforcement will increase. Thereby, the air-fuel ratio AFR in the knocking limitation Nth on the strength serves as a rich limitation.

[0043] Therefore, the air-fuel ratio field surrounded to the combustion stability limitation AFL and the knocking limitation AFR on the strength serves as self-ignition combustion formation range. Thus, self-ignition combustion is materialized only in the limited air-fuel ratio range. In addition, the same inclination is shown also about the case where the burnt gas which consists of combustion residual gas or EGR gas (exhaust air reflux gas) is contained although air-fuel ratio A/F was explained to the example as an index which shows the rate of gas and a fuel here, and the axis of abscissa in drawing 4 becomes the total capacity and the fuel quantity which doubled new mind and a burnt gas with G/F comparatively in this case.

[0044] Since self-ignition combustion is a low-temperature-oxidation reaction, after [which can do the middle generation section] going through a reaction beforehand, it results in the thermal flame which is final oxidation reaction. Therefore, if whenever [progress / of a reaction] is seen beforehand, the possibility of self-ignition combustion formation can be predicted. Drawing 5 (a) and (b) show whenever [fixed time amount progress backward progress / which is a reaction beforehand] to equivalent ratio (gaseous mixture concentration) and temperature in a certain flow and pressure requirement, respectively. Although whenever [progress / of a reaction] is high beforehand if equivalent ratio becomes large, the change inclination is loose. On the other hand, to temperature, whenever [progress / of a reaction] is so high that it becomes an elevated temperature beforehand, the change inclination is exponential, and it turns out beforehand with the sensibility of whenever [reaction progress] very high compared with equivalent ratio that is related with temperature.

[0045] Therefore, it is effective to promote self-ignition combustion using hot combustion gas, and the exhaust air reflux gas (EGR gas) which made exhaust air flow back in an inhalation-of-air system as combustion gas is used here.

[0046] An inhalation-of-air line when drawing 6 makes exhaust air flow back from one exhaust air port 9 to one suction port 7 through the exhaust air reflux path 19 is the gas distribution in the next

combustion chamber 5. In the right-hand side one half in the combustion chamber 5 corresponding to one right-hand side suction port 7, the new mind B that EGR gas A was inhaled from the suction port 7 of another side in this left-hand side one half with new mind is incorporated all over drawing, respectively.

[0047] That is, in a combustion chamber 5, stratification-ization with the EGR gas layer containing EGR gas A and the air space which consists of new mind B is realized, and a fuel is injected by the combustion injection valve 15 shown in the core C of the boundary part of each class at drawing 1. In addition, in order to realize this stratification-ization, effectiveness goes up more the so-called tumble flow which makes it circle along the crevice which prepared the gas stream inhaled from two suction ports 7 in the piston crowning by forming separately by the EGR layer and air-space side. In addition, arrangement of an EGR layer and an air space may be made into right-and-left reverse.

[0048] Drawing 7 indicates (c) beforehand to be the temperature distribution in the combustion chamber 5 in above-mentioned drawing 6 (a) whenever [reaction progress] with equivalent ratio (b), respectively, and the axis of abscissa supports D1-D2 line of drawing 6. As shown in drawing 7 (a), the field where a temperature gradient is large exists near core L of the combustion chamber 5 which is the boundary part of an EGR layer and an air space. By injecting a fuel here, the equivalent ratio of a core becomes large like drawing 7 (b).

[0049] Since it progresses beforehand from the field where temperature is richly [reaction combustion / a fuel] high, as shown in drawing 7 (c), since it is beforehand started in the S high ignition points of whenever [reaction progress] and there is a temperature gradient at this time, there is not much fuel quantity which lights first as it causes knocking. Moreover, in order that self-ignition may go to the field where temperature is low one by one according to the temperature gradient, after ignition does not serve as rapid combustion and does not generate knocking. Consequently, the formation load range of self-ignition combustion is expanded more to a heavy load side, and self-ignition operation of it stabilized more in the large area is attained.

[0050] On the other hand, as for the fuel in a hot EGR layer, progress of a reaction is rapidly performed beforehand in this case by the example shown in drawing 8 corresponding, when the fuel in the conventional example is injected in an EGR layer. Therefore, when this is applied to self-ignition combustion of a gasoline, as the rich field of the fuel which is in a hot EGR layer as shown in drawing 8 (b) shows by E in drawing 8 (c), it will become a lifting and rapid combustion about self-ignition at once, and knocking will be induced.

[0051] On the other hand, the example shown in drawing 9 corresponds to the thing in the conventional example which injected the fuel in inhalation air, and injects a fuel to an air space. In this case, as for the fuel in a low-temperature air space, progress of a reaction is not made beforehand. Therefore, when this is applied to self-ignition combustion of a gasoline, as the rich field of the fuel which is in a low-temperature air space as shown in drawing 9 (b) shows by F in drawing 9 (c), without a reaction progressing, self-ignition will not happen and will carry out a flame failure.

[0052] Drawing 10 is the top view equivalent to said drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 2nd of this invention. The gestalt of this operation moves a fuel injection valve 15 from the core of a combustion chamber 5 between the suction port 7 of another side, and the exhaust air port 9 of another side, and changes the rate of an EGR layer and an air space according to an engine's operating-duty conditions while it adds and forms the inspired-air-volume control valve 39 which restricts inspired air volume to the suction port 7 of left-hand side another side all over drawing to the gestalt of said 1st operation.

[0053] drawing 11 shows the relation of the amount of oxygen and engine load of an EGR layer which are resembled comparatively and received. If the rate of an EGR layer becomes high, in order that the rate of new mind may decrease, the amount of oxygen in a combustion chamber 5 decreases. Consequently, since the fuel quantity which can be injected in a combustion chamber 5 decreases, a load falls. Moreover, it is more advantageous to make the rate of an EGR layer high in low loading with little fuel quantity, when the ignitionability of a fuel is taken into consideration. Therefore, it is necessary to change the rate of an EGR layer and an air space according to a load.

[0054] Drawing 12 is the gas distribution in the combustion chamber 5 in the time of low loading. By closing the inspired-air-volume control valve 39 in the time of low loading, and making it feeling, the amount of the new mind B introduced from the suction port 7 of another side decreases,

the amount of the ERG gas A introduced from one right-hand side suction port 7 all over drawing corresponding to this increases, and the rate of an EGR layer becomes high compared with said drawing 6.

[0055] Drawing 13 is the gas distribution in the combustion chamber 5 in the time of a heavy load. While making full open the inspired-air-volume control valve 39, the rate of an EGR layer is made small by making small opening of the exhaust air reflux control valve 21.

[0056] The fuel G injected by the combustion injection valve 15 in the gas distribution in the time of the heavy load with which drawing 15 showed the fuel G injected by the fuel injection valve 15 in the gas distribution in the time of the low loading which showed drawing 14 to drawing 12 to drawing 13 is shown, respectively. Fuel G is injected by the boundary part of an EGR layer and an air space also in any. Loose self-ignition combustion can be realized without self-ignition's being performed one by one for the same reason as the gestalt of the 1st operation mentioned above by this using the temperature gradient, and causing knocking by it. In addition, Fuel G has the rich field shown by g for a core, and its field of the perimeter is a little rich.

[0057] Moreover, like drawing 14 and drawing 15, in order to inject Fuel G into the boundary part of an EGR layer and an air space, it is required to change fuel injection timing. On low loading conditions, fuel injection is performed near the top dead center in the second half of a compression stroke. Near a compression stroke top dead center, since back pressure is high and the accomplishment force of the fuel spray is suppressed, compact gaseous mixture is formed near the fuel injection valve 15 like drawing 14. At the time of low loading with little injection fuel quantity, such compact gaseous mixture is advantageous in order to promote ignition.

[0058] On the other hand, on heavy load conditions, fuel injection is performed at an early stage compared with low loading conditions. Since back pressure serves as low conditions in performing early injection, the accomplishment force of the fuel spray becomes large. Consequently, gaseous mixture is formed in the location distant from the fuel injection valve 15 like drawing 15. Early injection is advantageous also in order to promote diffusion of a fuel on heavy load conditions, since there is much injection fuel quantity.

[0059] The fuel injection timing to an engine load is shown in drawing 16. The tooth lead angle of the fuel injection timing is carried out, so that a load becomes high. thus, by [of an EGR layer and an air space] it being comparatively alike, and responding and changing fuel injection timing, when load conditions change, a fuel can be injected into the boundary part of an EGR gas layer and an air space, and a compressed self-ignition fuel can be formed.

[0060] Next, the gestalt of the 3rd operation is explained. Although the configuration of the gestalt of this 3rd operation is the same as that of the gestalt of the 2nd operation shown in said drawing 10, it responds to an engine rotational frequency. It differs from the gestalt of the 2nd operation in that an EGR layer and an air space are changed. And also in this case, fuel injection timing is changed so that a fuel may be injected into the boundary part of an EGR layer and an air space.

[0061] drawing 17 receives the engine rotational frequency in specific crank angle conditions -- whenever [reaction progress] is shown beforehand. Since the real time when a reaction progresses beforehand decreases so that an engine rotational frequency becomes high, whenever [reaction progress] falls beforehand. This shows that the ignitionability of a fuel gets worse like high rotation. Therefore, it is more advantageous to make an EGR layer high in a high rotation region, in order to promote ignitionability.

[0062] Thus, while changing the rate of an EGR layer and an air space according to an engine rotational frequency, by changing fuel injection timing, when an engine rotational frequency changes, a fuel can be injected into the boundary part of an EGR layer and an air space, and compressed self-ignition combustion can be formed.

[0063] Drawing 18 shows the rate of the EGR layer and air space to an engine load and an engine rotational frequency. By low loading, higher rotation enlarges the rate of an EGR layer. Drawing 19 shows the fuel injection timing to an engine load and an engine rotational frequency. By low loading, higher rotation carries out the lag of the fuel injection timing. This is for the boundary part of an EGR layer and an air space to approach a fuel injection valve 15, so that the rate of an EGR layer becomes high, as mentioned above.

[0064] Drawing 20 shows the formation range of compressed self-ignition combustion. According to

low loading, by the compressed self-ignition combustion zone by this example when higher rotation enlarges the rate of an EGR layer, the range surrounded as the continuous line is expanded by the low loading and heavy load side compared with the conventional compressed self-ignition combustion zone surrounded with the broken line, respectively, and is expanded more to the high rotation side also about the engine rotational frequency.

[0065] Drawing 21 is the top view equivalent to said drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 4th of this invention. The gestalt of this operation has formed the septum 41 extended a little from the connection of the exhaust air reflux path 19 from opening of a combustion chamber 5 to the upstream in two suction ports 7 while connecting the exhaust air reflux path 19 also to the suction port 7 of left-hand side another side all over drawing to the gestalt of said 1st operation in the exhaust air port 9 of another side of this left-hand side. A fuel injection valve 15 is the center of a combustion chamber 5 like the 1st example.

[0066] Drawing 22 is the gas distribution in the above-mentioned combustion chamber 5 in the gestalt of the 4th operation. Since exhaust air flows back to the path on the right-hand side of a septum 41 and ERG gas A is introduced into it by one right-hand side suction port 7 all over drawing, an EGR layer is formed in the location which met the right-hand side wall all over drawing in a combustion chamber 5. Moreover, since exhaust air flows back to the path on the left-hand side of a septum 41 and ERG gas A is introduced into it by the suction port 7 of left-hand side another side all over drawing, an EGR layer is formed in the location which met the left-hand side wall all over drawing in a combustion chamber 5. And the new mind B is introduced into the central part pinched by the EGR layer on either side, and an air space is formed in it. In addition, even if arrangement of an EGR layer and an air space is reverse, it is good.

[0067] Drawing 23 shows the fuel G injected by the combustion injection valve 15 in the gas distribution shown in drawing 22. It has the nozzle to which it points into a boundary part on either side, respectively, and the fuel injection valve 15 in this case can inject Fuel G into the boundary part of an EGR layer and an air space by this. In addition, even if it does not have the nozzle to which it points into a boundary part on either side in this case, it does not matter even if it is the injection valve of the usual diffusion mold.

[0068] Also in the gestalt of the 4th operation, although the boundary part of an EGR layer and an air space changes to right and left when [at which it described above] the opening of the exhaust air reflux control valve 21 is controlled by the service condition and the rate of an EGR layer and an air space is changed, it becomes possible easily by changing fuel injection timing to inject a fuel into the boundary part of an EGR layer and an air space.

[0069] Drawing 24 is the whole compressed self-ignition type internal combustion engine system configuration Fig. showing the gestalt of implementation of the 5th of this invention. To the gestalt of the 1st operation, there is no gestalt of the exhaust air reflux path 19 and 21 exhaust air reflux control valve of this operation, and it has added the adjustable valve timing device 43 over an exhaust valve 13, and he is trying to form an EGR layer and an air space by changing the closing motion timing of an exhaust valve 13. the adjustable valve timing device 43 -- for example, electromagnetism -- electromagnetism with a coil -- a drive valve system may be used and a mechanical well-known good fluctuation valve system may be used. The fuel injection valve 15 is installed in a suction-port 7 side.

[0070] drawing 25 (a) - (d) -- like an inhalation-of-air line -- from -- the gas distribution of about four lines even like an exhaust air line is shown. It becomes the air space into which it became the EGR layer into which the exhaust air from the exhaust air port 9 flowed [the new mind from a suction port 7] in the combustion chamber 5, respectively since both the inlet valve 11 and the exhaust valve 13 were open like the inhalation-of-air line of drawing 25 (a), and EGR gas A was introduced for the one half by the side of the right-hand side exhaust air port 9 all over drawing in the combustion chamber 5, and the new mind B was introduced for the one half by the side of the left-hand side suction port 7. Near the top dead center of the compression stroke of drawing 25 (b), a fuel is injected into the boundary part of an EGR layer and an air space by the fuel injection valve 15, and after carrying out self-ignition combustion, the expansion line of this drawing (c) shifts like the exhaust air line of this drawing (d).

[0071] The exhaust air line has carried out the lag of the closed stage of an exhaust valve 13 enough

behind the top dead center (TDC) to this property in the time of the jump-spark-ignition combustion which drawing 26 (a) is a valve-lift property in the time of compressed self-ignition combustion, and is shown in this drawing (b). Thus, jump-spark-ignition combustion and compressed self-ignition combustion are realizable by changing the closed stage of an exhaust valve 13 according to the adjustable valve timing device 43.

[0072] Drawing 27 (a) and (b) show the gestalt of implementation of the 6th of this invention. Although the gestalt of this operation was shown in said drawing 24, and the closed stage of an exhaust valve 13 is delayed according to an adjustable valve timing device and it forms an EGR layer and an air space like the gestalt of the 5th operation, it changed the closed stage of an exhaust valve 13, and has changed the rate of an EGR layer and an air space while moving a fuel injection valve 15 to a suction-port 7 side to the gestalt of the 5th operation.

[0073] Both drawing 28 (a) and (b) show the valve-lift property in the time of compressed self-ignition combustion. This drawing (a) makes high the rate of the EGR layer by installation of EGR gas A, as the lag of the closed stage of an exhaust valve 13 is further carried out to an inhalation-of-air bottom dead point (BDC) side to the case of drawing 26 (a) and it is shown in drawing 27 (a). On the other hand, drawing 28 (b) makes the rate of an EGR layer low, as the tooth lead angle of the closed stage of an exhaust valve 13 is carried out to an exhaust air top dead center (TDC) side and it is shown in drawing 27 (b) to the case of drawing 26 (a).

[0074] Thus, by controlling the closed stage of an exhaust valve 13, the rate of an EGR layer and an air space can be changed and the compressed self-ignition combustion by the large operating range is attained.

[0075] Moreover, it becomes possible, even if it changes, since the fuel injection valve 15 is installed in the suction-port 7 side when the boundary part of an EGR layer and an air space is located in a suction-port 7 side like drawing 27 (a), or when it is located in the exhaust air port 13 side like drawing 27 (b), to inject Fuel G into a boundary part by changing fuel injection timing, as said drawing 14 and drawing 15 showed. That is, like drawing 27 (a), a fuel is injected near [where the back pressure in a combustion chamber 5 is high when the boundary part of an EGR layer and an air space is close to the combustion injection valve 15] a compression top dead center, and like drawing 27 (b), when the boundary part of an EGR layer and an air space is separated from the fuel injection valve 15, fuel injection is performed at an early stage rather than the case of drawing 27 (a).

[0076] Drawing 29 is the top view equivalent to drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 7th of this invention. The gestalt of this operation inclines so that the gas flow in a combustion chamber 5 may serve as a swirl style in which the connection direction over the combustion chamber 5 of two suction ports 7 circles to a hoop direction in accordance with a wall. In addition, a helical port may be used instead of making a suction port 7 incline.

[0077] Drawing 30 shows the gas distribution in a combustion chamber 5. In the EGR layer into which EGR gas A was introduced, the side which touches the piston 3 by the side of the drawing Nakashita section serves as an air space into which the new mind B was introduced for the upper part side. In addition, vertical reverse is sufficient as arrangement of an EGR layer and an air space. The combustion injection valve 15 is arranged in the central upper part of a combustion chamber 5, and has injected the injected fuel G into the boundary part of an EGR layer and an air space. In this case, the combustion injection valve 15 is near the compression top dead center where the piston 3 went up most, and is turning almost horizontally and injecting all over drawing, and becomes possible [injecting a fuel into the above-mentioned boundary part more certainly].

[0078] In order to stratification-ize an air space and an EGR layer up and down, as shown in drawing 31 (a) and (b), achievement of each inlet valve in a combustion chamber 5 which opens and closes two suction ports 7 is attained by changing the stage used as open. That is, an EGR layer is formed, EGR gas A is introduced into the lower part side of a combustion chamber 5 like drawing 30, the new mind B is continuously introduced by valve opening of the inlet valve by the side of the suction port 7 of left-hand side another side in drawing 29, and an air space is formed in the upper part of an EGR layer because while is connected and the exhaust air reflux path 19 opens previously the inlet valve by the side of a suction port 7.

[0079] Drawing 31 (a) is long compared with the thing of this drawing (b) in the valve-opening time amount of the inlet valve of the side which forms an EGR layer, shortens valve-opening time amount

of the inlet valve of the side which forms an air space, and makes [more] the rate of an EGR layer than drawing 31 (b).

[0080] In addition, contrary to drawing 30 , the lower part side which touches a piston 3 is made into an air space, and an upper part side may be made to become an EGR layer by opening previously the inlet valve by the side of an air space, and opening the inlet valve of an EGR layer behind.

[0081] Moreover, stratification-izing with an EGR layer and an air space is possible also for changing the stage when two inlet valves serve as open, without forming a swirl style in a combustion chamber 5. Furthermore, forming a swirl style can also carry out [stratification]-izing of an EGR layer and the air space, without changing the stage when two inlet valves serve as open.

[0082] In addition, the boundary part of the EGR layer and air space in the above-mentioned gestalt of each operation is equivalent to the large field of the temperature gradient in a combustion chamber. For this reason, the same effectiveness is acquired even if it injects a fuel to the large field of the temperature gradient of a combustion chamber only by the air space, without forming an EGR layer.

[0083] Generally, in a combustion chamber, since heat is emitted outside from a wall, the temperature gradient near [this] a wall becomes the largest. therefore, the thing for which a fuel is injected near [this] a wall -- near a wall -- a fuel -- being rich -- becoming -- this fuel -- self-ignition is started in the large field of a rich temperature gradient, self-ignition is carried out one by one toward the field where temperature is low from here, and it becomes loose combustion. Thereby, knocking by generating of rapid combustion is prevented.

[0084] In order to form the large field of such a temperature gradient, it is further effective by forming a swirl style in a combustion chamber. Drawing 32 (a) is shown by the case with the swirl which shows change of the temperature gradient ranging from the core to a wall of a combustion chamber as a continuous line, and the case where he has no swirl which shows with a broken line. Since heat escapes outside by the revolution style to which the direction in with a swirl meets a wall according to this, knocking by generating of rapid combustion is prevented because a temperature gradient injects a fuel near [this] a wall and makes this neighborhood fuel Rich greatly therefore near a wall, as shown in this drawing (b).

[0085] Moreover, as shown in drawing 33 , a central part is held more at an elevated temperature, and forming crevice 3a in a piston crowning for the configuration of a piston 3 can also enlarge the temperature gradient near a wall.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the whole compressed self-ignition type internal combustion engine system configuration Fig. showing the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the top view which the circumference of the engine body in the compressed self-ignition type internal combustion engine of drawing 1 simplified.

[Drawing 3] It is a combustion pattern property Fig. to the service condition in the compressed self-ignition type internal combustion engine of drawing 1.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the range where the self-ignition combustion to an air-fuel ratio (A/F) is materialized.

[Drawing 5] Beforehand, it is a property Fig. whenever [reaction progress], and the thing [as opposed to equivalent ratio in (a)] in self-ignition combustion and (b) receive temperature.

[Drawing 6] It is the explanatory view showing the gas distribution of the combustion chamber in the gestalt of implementation of the 1st of this invention.

[Drawing 7] In the gas distribution of drawing 6, they are the temperature (a) of the combustion chamber at the time of injecting a fuel into the boundary part of an EGR layer and an air space, equivalent ratio (b), and the explanatory view showing (c) whenever [reaction progress] beforehand.

[Drawing 8] In the gas distribution of drawing 6, they are the temperature (a) of the combustion chamber at the time of injecting a fuel in an EGR layer, equivalent ratio (b), and the explanatory view showing (c) whenever [reaction progress] beforehand.

[Drawing 9] In the gas distribution of drawing 6, they are the temperature (a) of the combustion chamber at the time of injecting a fuel to an air space, equivalent ratio (b), and the explanatory view showing (c) whenever [reaction progress] beforehand.

[Drawing 10] It is the top view equivalent to drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 2nd of this invention.

[Drawing 11] the thing concerning the gestalt of the 2nd operation -- it is -- EGR -- it is comparatively alike and is the correlation diagram of the amount of oxygen and load to receive.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the gas distribution of the combustion chamber in the time of the engine low loading in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing the gas distribution of the combustion chamber in the time of the engine heavy load in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 14] It is the explanatory view showing the fuel distribution in the time of the engine low loading in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing the fuel distribution in the time of the engine heavy load in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 16] It is a fuel-injection-timing property Fig. to the engine load in the gestalt of the 2nd operation.

[Drawing 17] an engine rotational frequency is received with respect to the gestalt of the 3rd operation -- it is a property Fig. whenever [reaction progress] beforehand.

[Drawing 18] It is the explanatory view showing the EGR layer rate to an engine load and an engine rotational frequency.

[Drawing 19] It is the explanatory view showing the fuel injection timing to an engine load and an

engine rotational frequency.

[Drawing 20] It is the explanatory view having shown the compressed self-ignition combustion zone at the time of changing an EGR layer rate and fuel injection timing according to an engine load and an engine rotational frequency as compared with the conventional thing.

[Drawing 21] It is the top view equivalent to drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 4th of this invention.

[Drawing 22] It is the explanatory view showing the gas distribution of the combustion chamber in the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 23] It is the explanatory view showing fuel distribution of the combustion chamber in the gestalt of the 4th operation.

[Drawing 24] It is the whole compressed self-ignition type internal combustion engine system configuration Fig. showing the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 25] It is a four-cycle stroke Fig. in the 5th operation gestalt.

[Drawing 26] It is a valve-lift property in the 5th operation gestalt, and (a) is a thing in the time of compressed self-ignition combustion, and (b) is a thing in the time of jump-spark-ignition combustion.

[Drawing 27] It is the explanatory view showing the gas distribution of a combustion chamber and fuel distribution in the gestalt of the 5th operation, and, as for size and (b), the rate of an EGR layer is [the rate of (a) of an EGR layer] the thing of smallness.

[Drawing 28] It is the valve-lift property Fig. showing the gestalt of implementation of the 6th of this invention, and, as for size and (b), the rate of an EGR layer is [the rate of (a) of an EGR layer] the thing of smallness.

[Drawing 29] It is the top view equivalent to drawing 2 showing the gestalt of implementation of the 7th of this invention.

[Drawing 30] It is the explanatory view showing the gas distribution of a combustion chamber and fuel distribution in the gestalt of the 7th operation.

[Drawing 31] It is a valve-lift property in the 7th operation gestalt, and, as for size and (b), the rate of an EGR layer is [the rate of (a) of an EGR layer] the thing of smallness.

[Drawing 32] A temperature gradient property Fig. [in / in (a) / a combustion chamber] and (b) are the equivalent ratio property Figs. at the time of injecting a fuel to the large field of the temperature gradient of (a).

[Drawing 33] It is the sectional view showing the piston configuration for forming a temperature gradient in a combustion chamber.

[Description of Notations]

3 Piston

5 Combustion Chamber

7 Suction Port (Inhalation-of-Air Path)

9 Exhaust Air Port (Flueway)

11 Inlet Valve

13 Exhaust Valve

15 Fuel Injection Valve

19 Exhaust Air Reflux Path

41 Septum

A EGR gas

B New mind

[Translation done.]

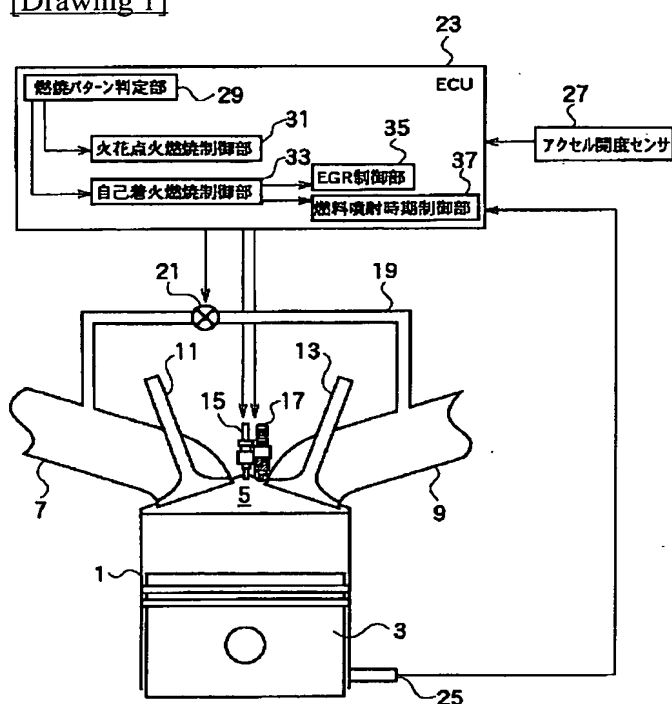
* NOTICES *

JPO and NCIPPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

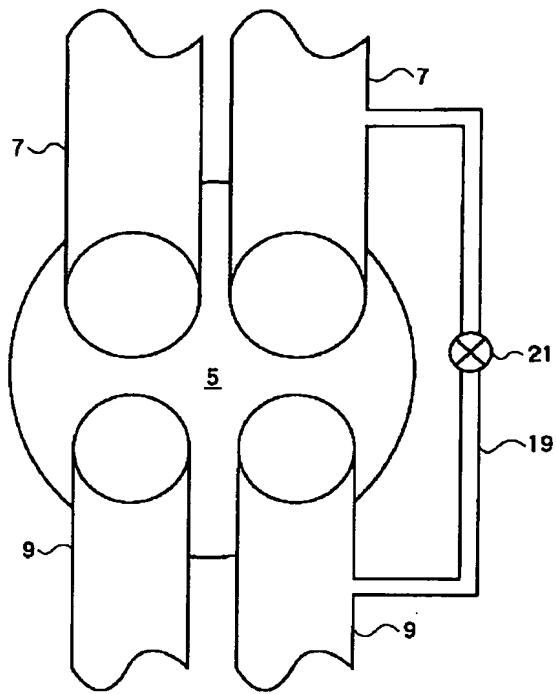
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

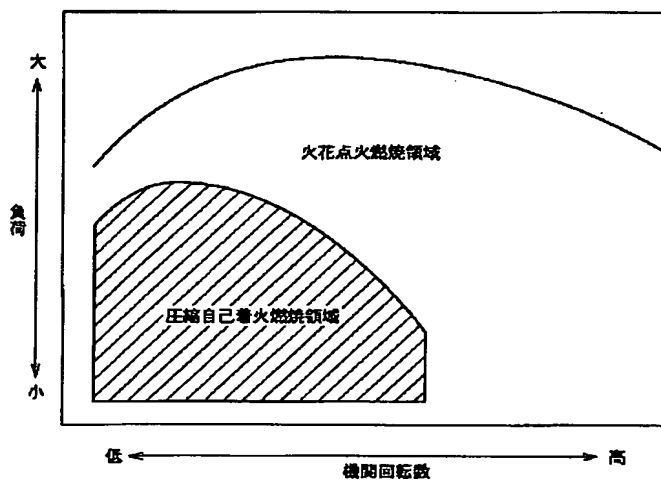
[Drawing 1]



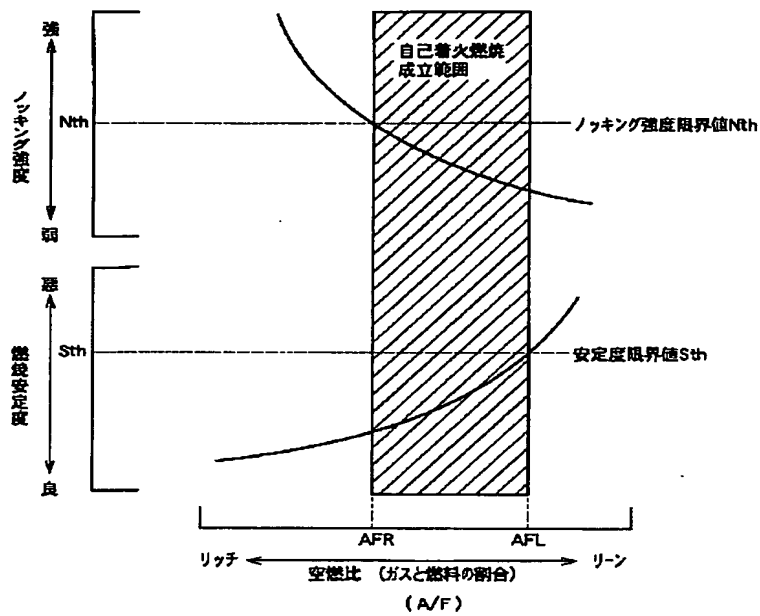
[Drawing 2]



[Drawing 3]

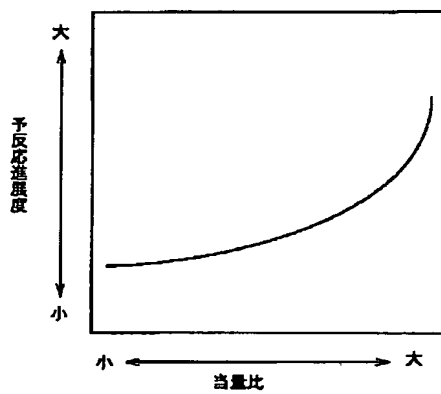


[Drawing 4]

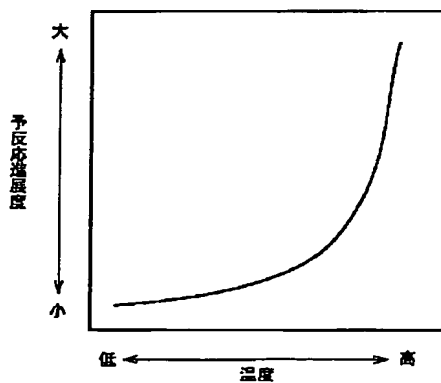


[Drawing 5]

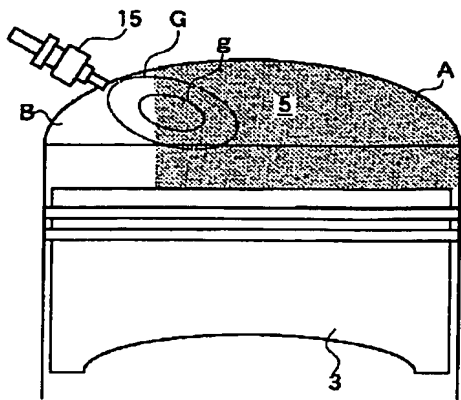
(a)



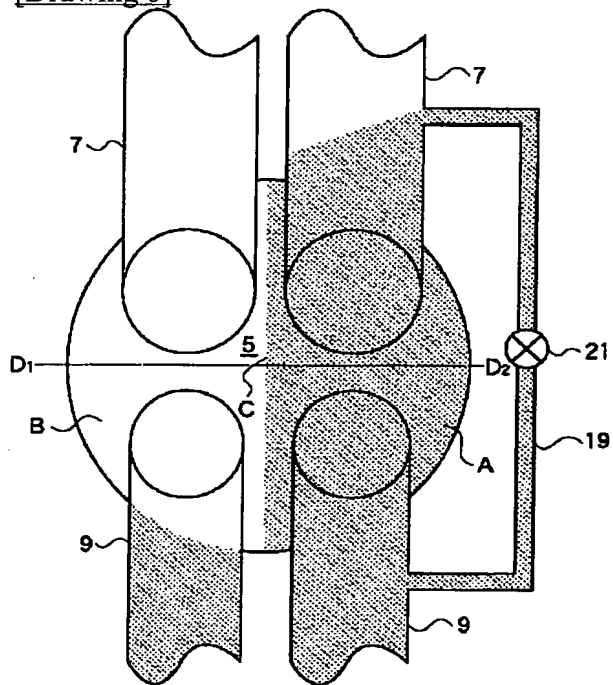
(b)



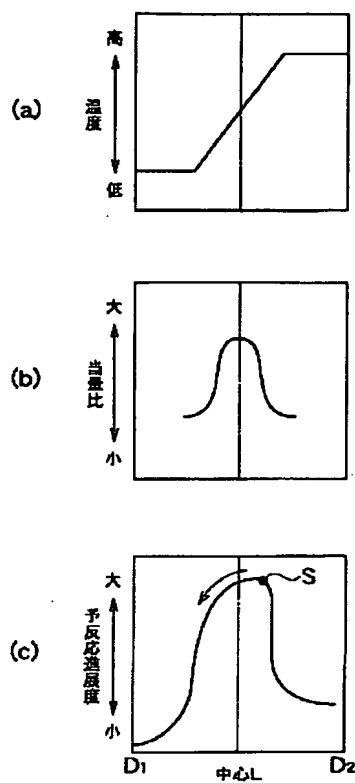
[Drawing 14]



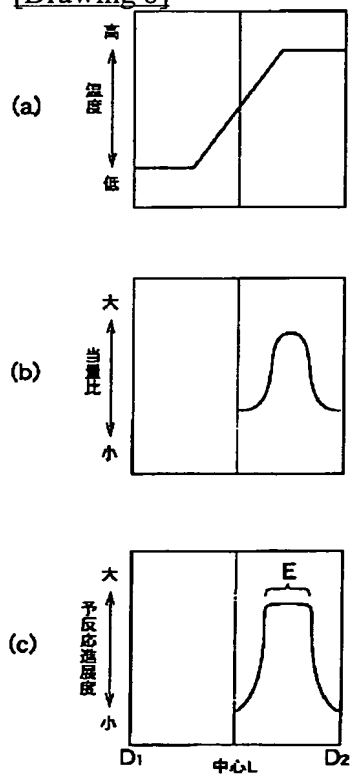
[Drawing 6]



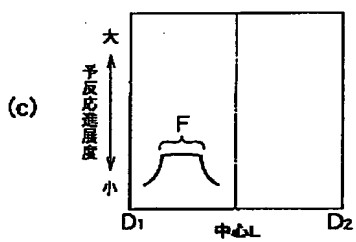
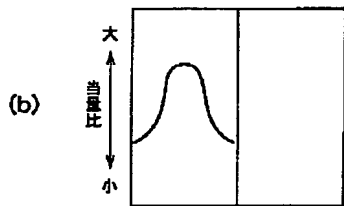
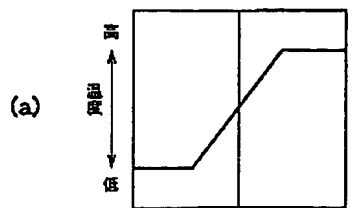
[Drawing 7]



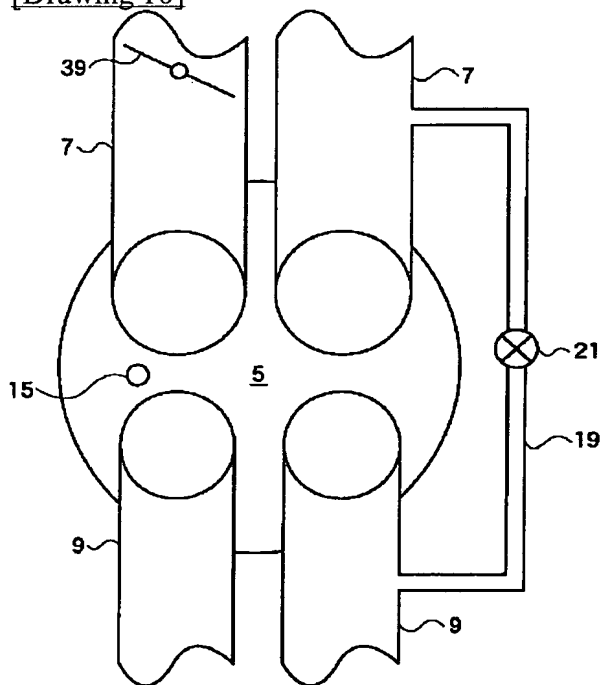
[Drawing 8]



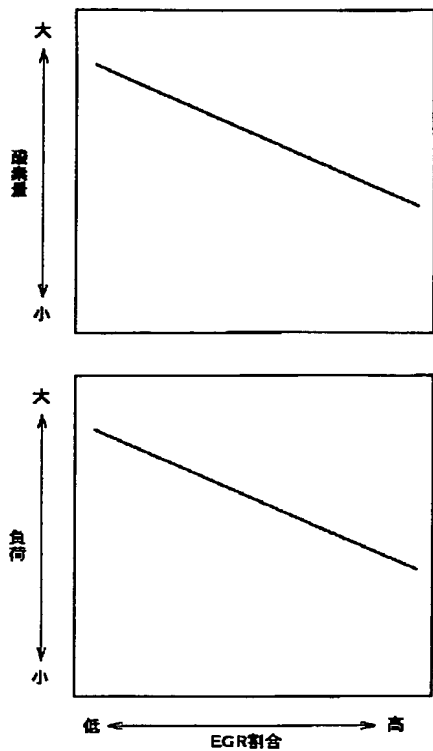
[Drawing 9]



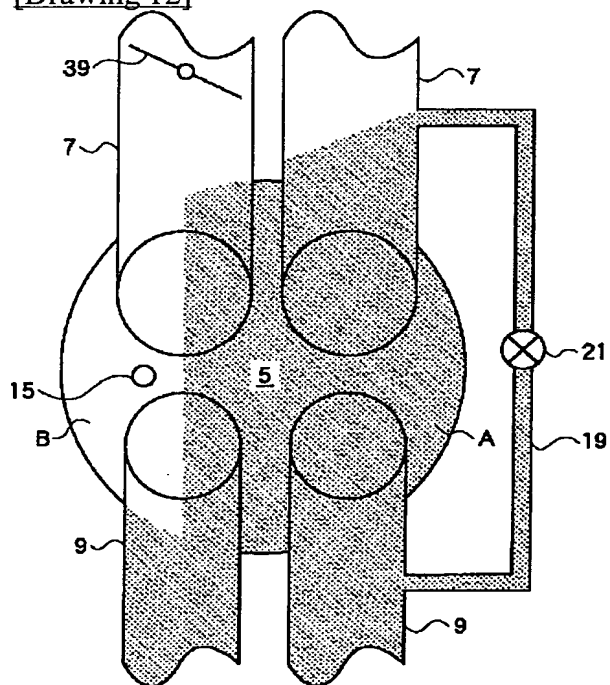
[Drawing 10]



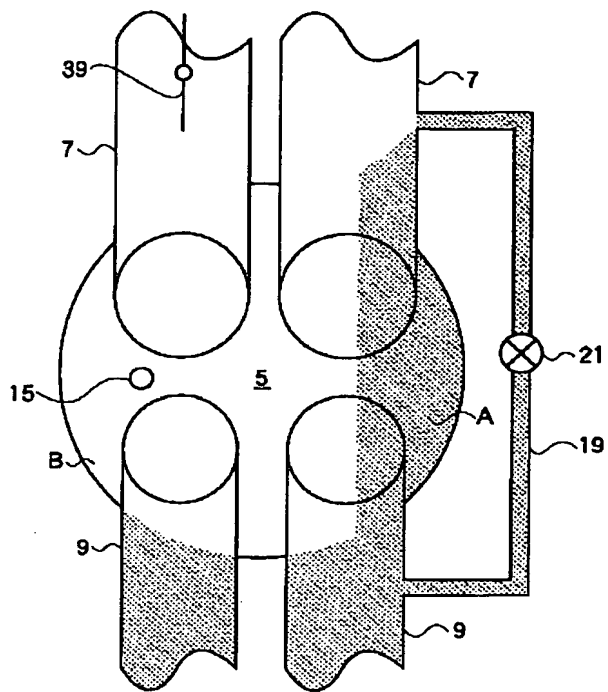
[Drawing 11]



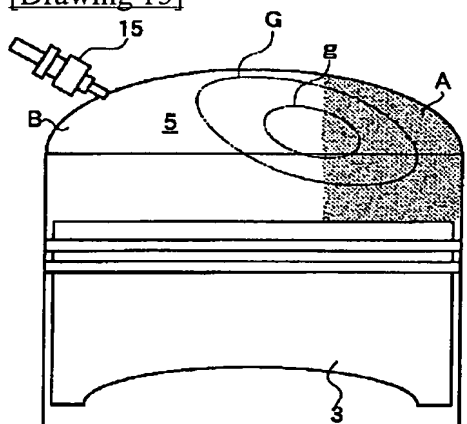
[Drawing 12]



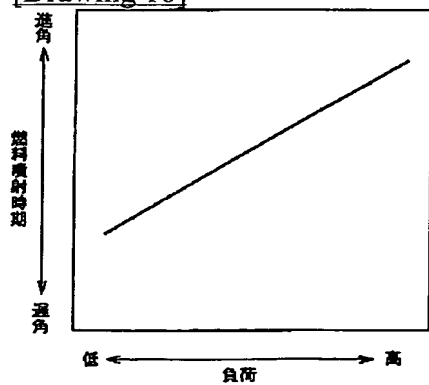
[Drawing 13]



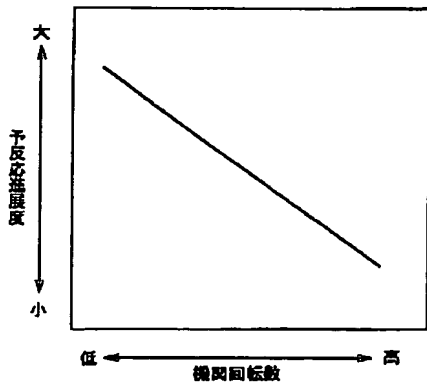
[Drawing 15]



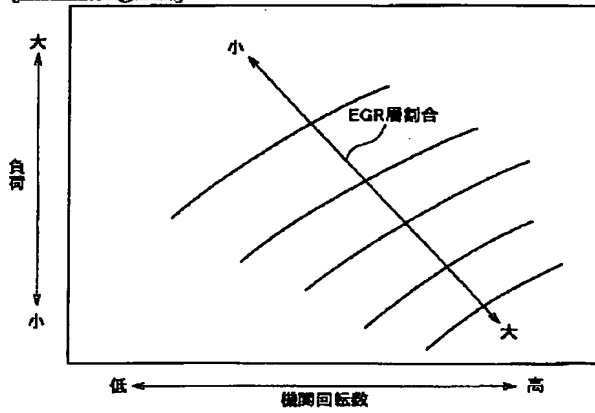
[Drawing 16]



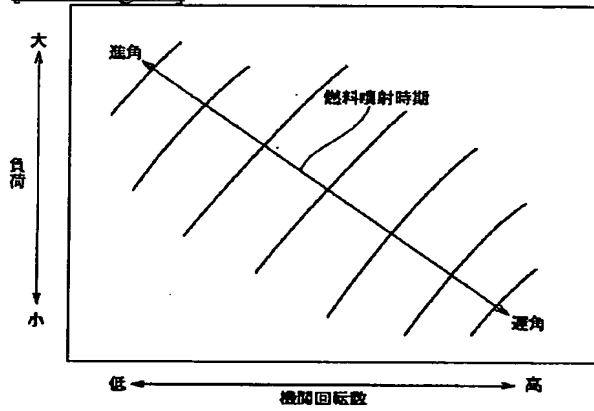
[Drawing 17]



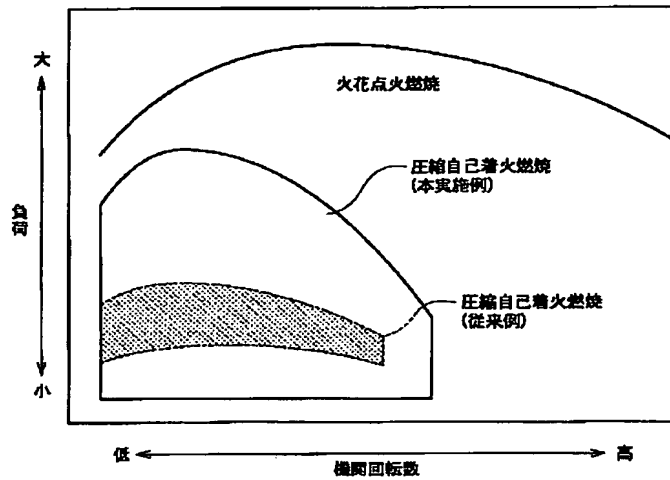
[Drawing 18]



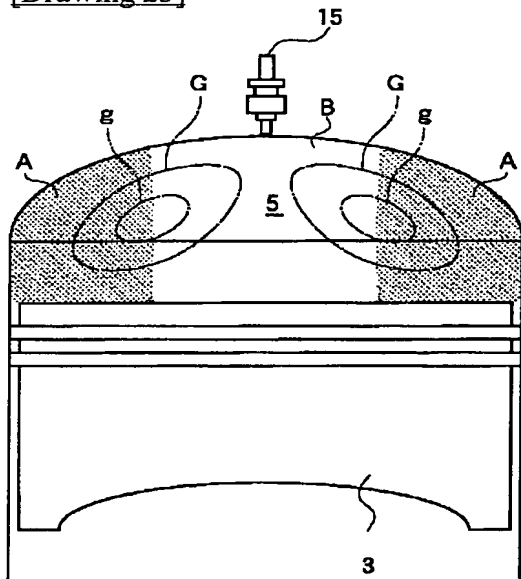
[Drawing 19]



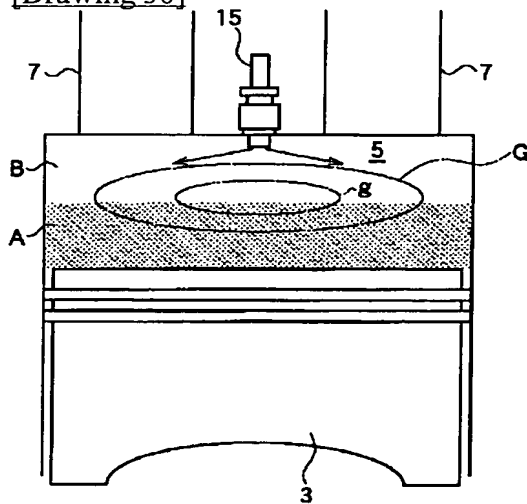
[Drawing 20]



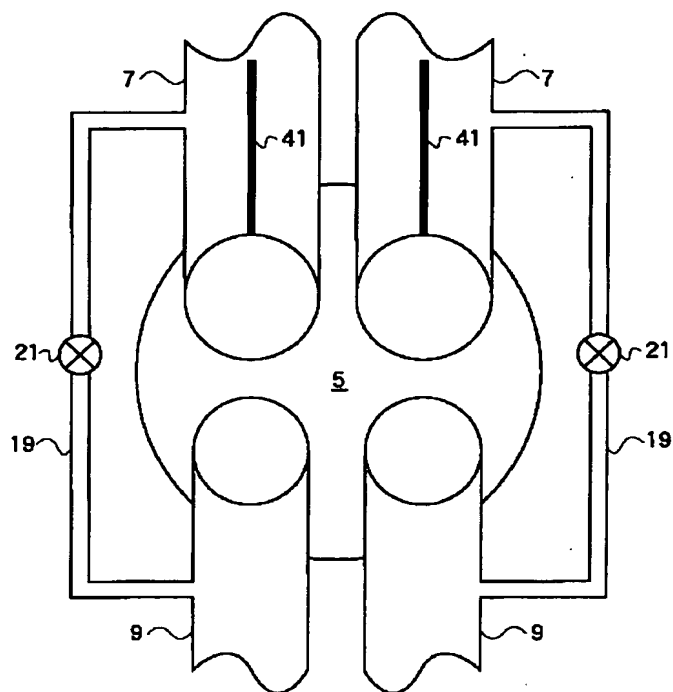
[Drawing 23]



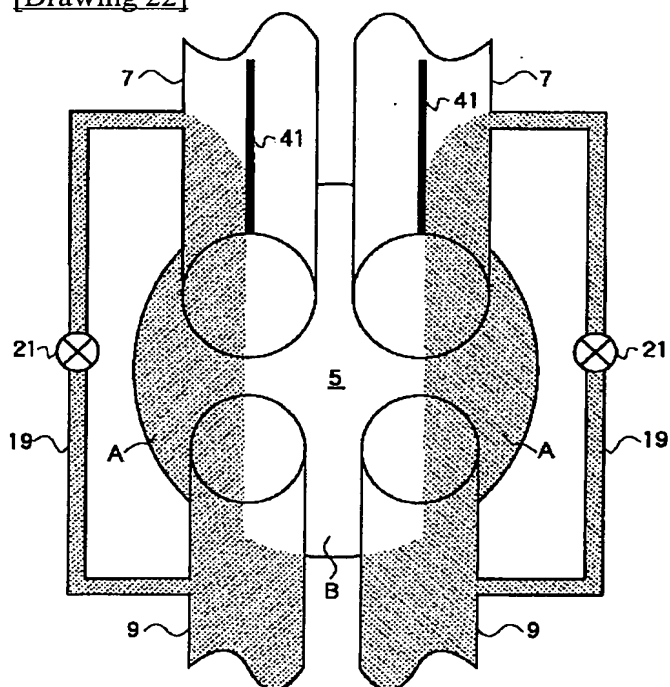
[Drawing 30]



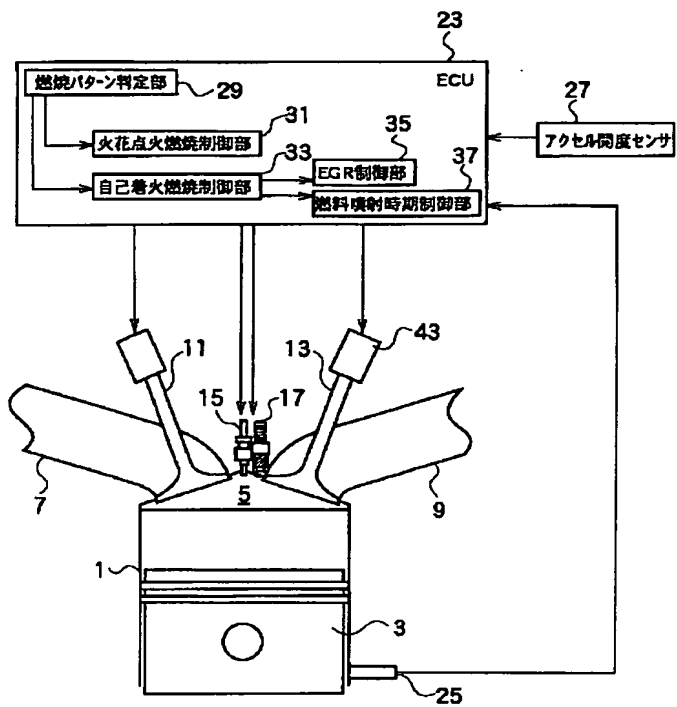
[Drawing 21]



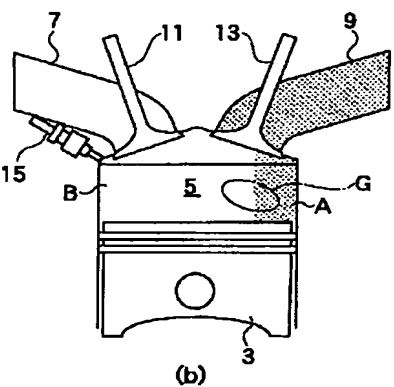
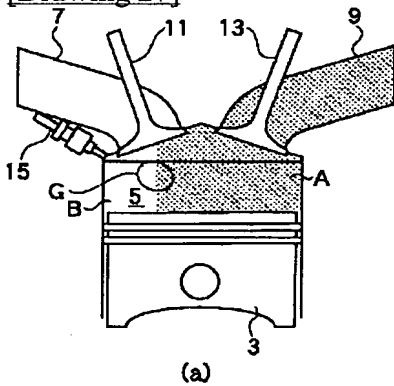
[Drawing 22]



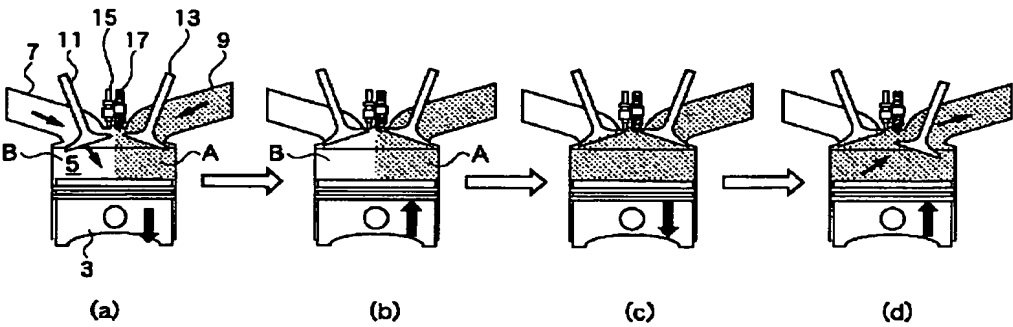
[Drawing 24]



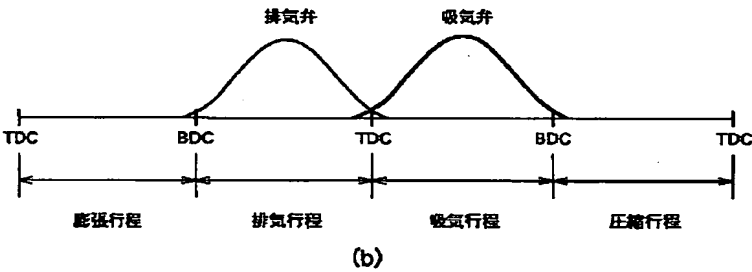
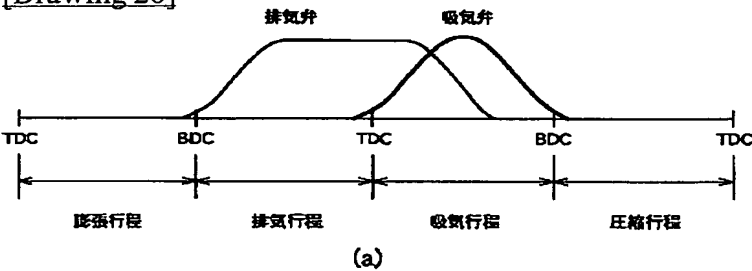
[Drawing 27]



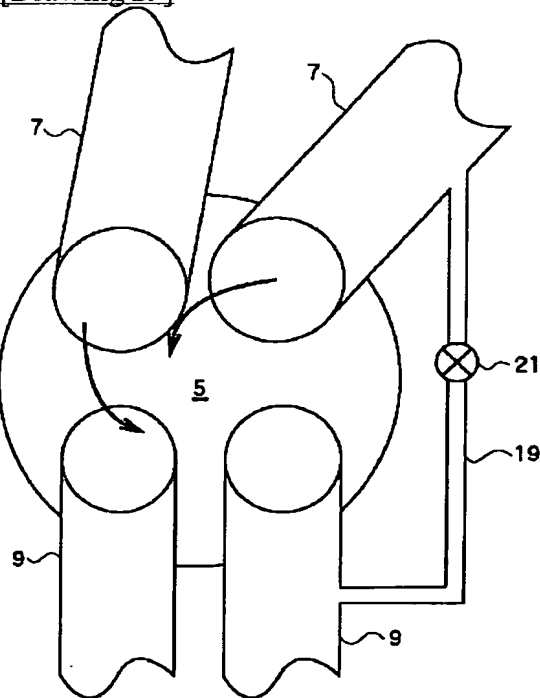
[Drawing 25]



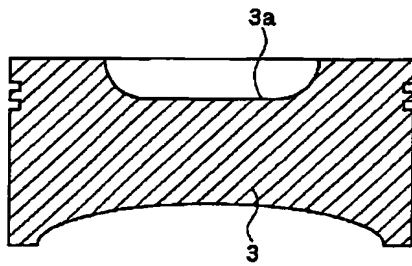
[Drawing 26]



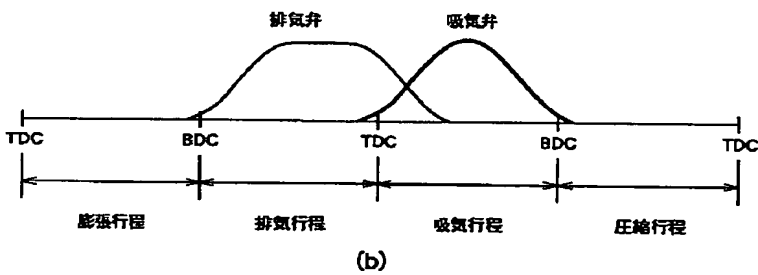
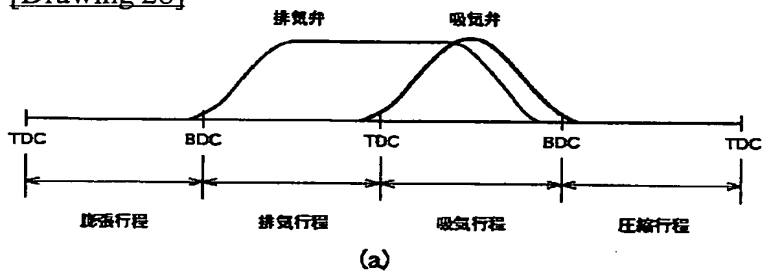
[Drawing 29]



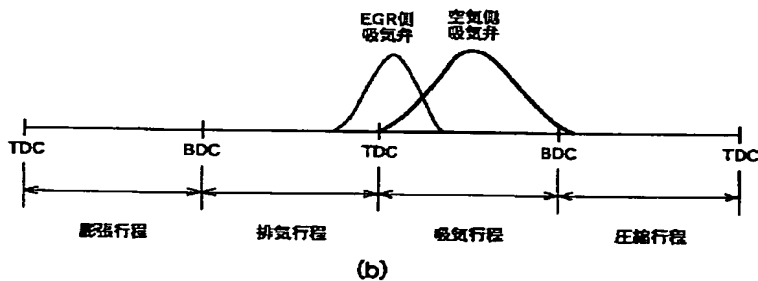
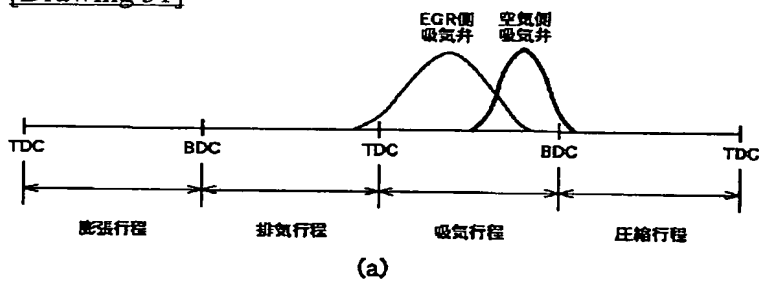
[Drawing 33]



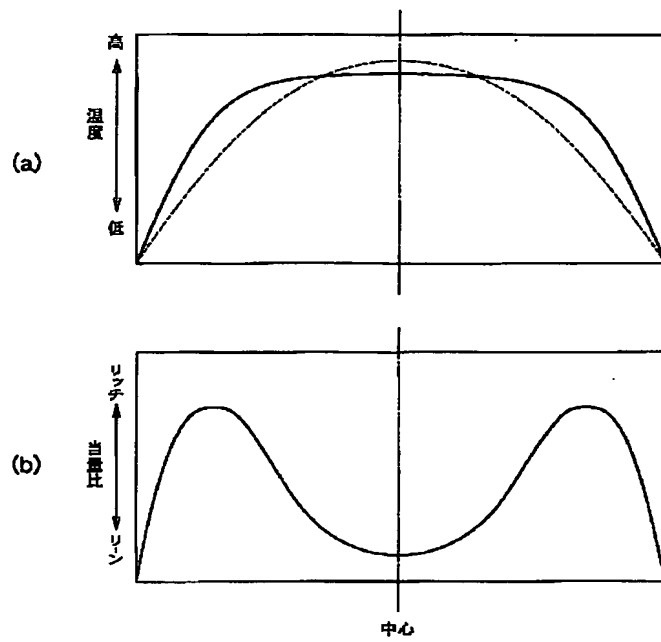
[Drawing 28]



[Drawing 31]



[Drawing 32]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-214741
(P2001-214741A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
F 0 2 B 11/00 17/00		F 0 2 B 11/00 17/00	A 3 G 0 2 3 D 3 G 0 6 2 L 3 G 0 8 4
F 0 2 D 13/02		F 0 2 D 13/02	J 3 G 0 9 2 K 3 G 3 0 1
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-20549(P2000-20549)

(22) 出願日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 ▲吉▼沢 幸大

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72) 発明者 内藤 健

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

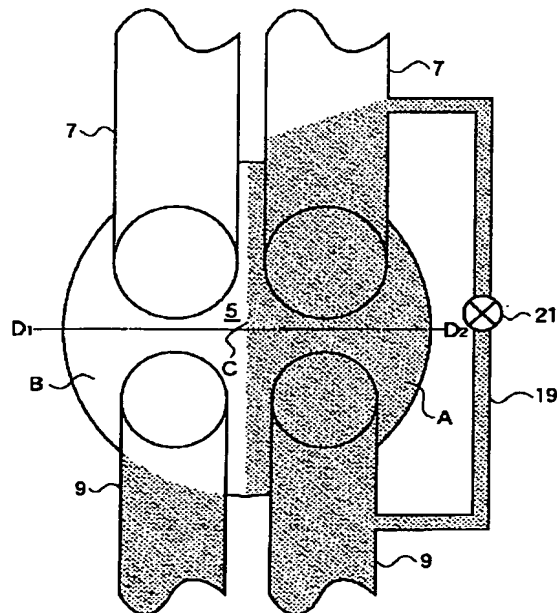
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧縮自己着火式内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 広い運転範囲にてノッキングを発生させることなく自己着火性を向上させる。

【解決手段】 一方の吸気ポート7に排気を還流する排気還流通路19を接続する。この一方の吸気ポート7から排気を導入することで、燃焼室5内に、排気を還流させたEGRガスAを含むEGR層を形成するとともに、他方の吸気ポート7から新気Bのみを導入して形成する空気層を形成する。EGR層と空気層との境界部分は温度勾配の大きい領域であり、この領域に、燃焼室5の中央上部に設けた燃料噴射弁により、燃料を噴射する。これにより、温度勾配の大きい境界部分から予反応が開始され、以後温度勾配に従って順次自己着火が温度の低い領域に緩やかに進んでいく。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、ピストンの圧縮作用により前記燃焼室内の混合気を自己着火して燃焼させる圧縮自己着火式内燃機関において、前記燃焼室内における温度勾配が大きい領域に前記燃料噴射弁により燃料を噴射することを特徴とする圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項2】 温度勾配が大きい領域は、燃焼室から排出されて前記燃焼室に還流させた排気を含むEGR層と、吸気通路から導入された新気で構成される空気層との境界部分であることを特徴とする請求項1記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項3】 吸気通路を二つ設け、一方の吸気通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の吸気通路を経て排気を還流させることを特徴とする請求項2記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項4】 二つの吸気通路に対応してそれぞれ設けられた二つの吸気弁の開時期を相互に異ならせたことを特徴とする請求項3記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項5】 排気弁の開時期を排気上死点後の吸気行程途中とし、排気弁および吸気弁が共に開いているオーバーラップ期間を設定し、このオーバーラップ期間中に、吸気導入によって空気層を形成するとともに、排気通路から排気を逆流させてEGR層を形成することを特徴とする請求項2記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項6】 吸気通路内を二つの通路に分割する隔壁を設け、前記分割した一方の通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の通路からのみ排気を還流させることを特徴とする請求項2記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項7】 機関負荷が高くなるほど、EGR層の割合を低くすることを特徴とする請求項2ないし6のいずれかに記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項8】 機関回転数が高くなるほど、EGR層の割合を高くすることを特徴とする請求項2ないし7のいずれかに記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【請求項9】 EGR層と空気層との割合の変化に応じて燃料噴射時期を変化させることを特徴とする請求項2ないし8のいずれかに記載の圧縮自己着火式内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、ピストンの圧縮作用により燃焼室内の混合気を自己着火して燃焼させる圧縮自己着火式内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】ガソリン内燃機関の熱効率を改善するために、混合気をリーン化することでポンプ損失を低減するとともに、作動ガスの比熱比を大きくして理論熱効率を向上する手法が知られている。しかしながら、従来の

火花点火式内燃機関では、空燃比をリーン化すると、燃焼期間が長期化して燃焼安定度が悪化する。このため、空燃比のリーン化には限界がある。

【0003】このような燃焼安定度の悪化を避けながら空燃比をリーン化する技術として、特開平7-332141号公報には、予混合圧縮自己着火燃焼を起こさせる圧縮自己着火内燃機関が開示されている。予混合圧縮自己着火燃焼では、燃焼室の複数の位置から燃焼反応が起こるため、空燃比がリーン化した場合においても火花点火に比べると、燃焼期間が長期化せずに、よりリーンな空燃比でも安定した燃焼が可能となる。また、空燃比がリーンのために燃焼温度が低下し、NOxも大幅に低減できる。

【0004】ところが、自己着火燃焼は、空燃比の影響を強く受ける。例えば高負荷運転を考慮して空燃比をリッチ化した場合には、燃焼反応を起こす燃料量が増加し、燃焼が激しくなりノッキングを起こす。このため、高負荷での自己着火燃焼による運転が、困難であるという問題がある。

【0005】また、低負荷運転を考慮して空燃比をリーン化した場合には、燃料の濃度が低下して自己着火に至る反応が充分進展せずに、燃焼が不安定となり運転性が悪化する。

【0006】自己着火燃焼において燃料の着火性を改善する技術として、従来では特開平11-182246号公報に、高温の排気を吸気系に導入してシリンダ内の温度を上昇させるものが開示されている。これは、二つの吸気通路の一方に、排気通路に一端が接続される排気還流通路の他端を接続し、この一方の吸気通路を介して燃焼室に排気を導入し、他方の吸気通路には燃料を噴射してその混合気を燃焼室に導入する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の内燃機関では、シリンダ内に高温の排気（EGRガス）を導入する構成となっているものの、燃料は、吸入空気中に噴射されるので、高温のEGRガスによる熱の影響を受けにくく、着火性が充分に改善されないものとなる。

【0008】これに対し、例えば、EGRガス中に燃料を噴射するようにした場合には、EGRガス中の燃料が一気に燃焼を起こし、燃焼が激しくなり、ノッキングを引き起こす要因となる。

【0009】そこで、この発明は、広い運転範囲にてノッキングを発生させることなく自己着火性を向上させることを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、請求項1の発明は、燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、ピストンの圧縮作用により前記燃焼室内の混合気を自己着火して燃焼させる圧縮自己着火式内

燃機関において、前記燃焼室内における温度勾配が大きい領域に前記燃料噴射弁により燃料を噴射する構成としてある。

【0011】このような構成の圧縮自己着火式内燃機関によれば、燃料が噴射された温度勾配の大きい領域から予反応が開始される。このとき温度勾配があるために、最初に着火するための着火源に必要な燃料は、ノッキングを起こすほど多くはない。また、着火後も、温度勾配に従って順次自己着火が温度の低い領域に進んでいくため、急激な燃焼が回避され、緩やかな燃焼となる。

【0012】請求項2の発明は、請求項1の発明の構成において、温度勾配が大きい領域は、燃焼室から排出されて前記燃焼室に還流させた排気を含むEGR層と、吸気通路から導入された新気で構成される空気層との境界部分である構成としてある。

【0013】上記構成によれば、高温側のEGR層と低温側の空気層との境界部分に燃料が噴射される。

【0014】請求項3の発明は、請求項2の発明の構成において、吸気通路を二つ設け、一方の吸気通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の吸気通路を経て排気を還流させる構成としてある。

【0015】上記構成によれば、排気が排気還流通路から一方の吸気通路を経て燃焼室に還流され、これにより燃焼室内にEGR層が形成され、他方の吸気通路からは新気が燃焼室に導入されて空気層が形成される。

【0016】請求項4の発明は、請求項3の発明の構成において、二つの吸気通路に対応してそれぞれ設けられた二つの吸気弁の開時期を相互に異ならせた構成としてある。

【0017】上記構成によれば、燃焼室への排気の導入時期と新気の導入時期とが相互にずれ、特に、燃焼室内にてスワールを形成するような場合には、先に導入したガスがピストン側に流入し、その上に、後に導入したガスが流入してEGR層と空気層との成層化が容易となる。

【0018】請求項5の発明は、請求項2の発明の構成において、排気弁の開時期を排気上死点後の吸気行程途中とし、排気弁および吸気弁が共に開いているオーバーラップ期間を設定し、このオーバーラップ期間中に、吸気導入によって空気層を形成するとともに、排気通路から排気を逆流させてEGR層を形成する構成としてある。

【0019】上記構成によれば、オーバーラップ期間中に、ピストンが下降することで、吸気通路から新気が、排気通路から排気が、それぞれ燃焼室に導入されて、空気層およびEGR層をそれぞれ形成する。

【0020】請求項6の発明は、請求項2の発明の構成において、吸気通路内を二つの通路に分割する隔壁を設け、前記分割した一方の通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の通路から

のみ排気を還流させる構成としてある。

【0021】上記構成によれば、排気が、排気還流通路から、隔壁によって分割された一方の通路を経て燃焼室に還流され、これにより燃焼室内にEGR層が形成され、他方の通路からは新気が燃焼室に導入されて空気層が形成される。この場合は特に、燃焼室内でタンブル流を形成する場合には、EGR層と空気層との成層化が容易となる。

【0022】請求項7の発明は、請求項2ないし6のいずれかの発明の構成において、機関負荷が高くなるほど、EGR層の割合を低くする構成としてある。

【0023】EGR層の割合が高くなると、当然空気層の割合が減少するため、燃焼室内の酸素量が減少し、これに伴い燃焼室に噴射できる燃料量が減少するため、機関負荷が低下する。また、燃料の着火性を考慮した場合には、燃料量が少ない低負荷では、EGR層の割合を高くした方が有利である。

【0024】請求項8の発明は、請求項2ないし7のいずれかの発明の構成において、機関回転数が高くなるほど、EGR層の割合を高くする構成としてある。

【0025】機関回転数が高くなるほど、予反応燃焼が進む実時間が少なくなるため、燃焼反応が進みにくくなる。これは、高回転ほど、燃料の着火性が悪化することを意味している。したがって、燃料の着火性を促進するためには、EGR層の割合を高くした方が有利である。

【0026】請求項9の発明は、請求項2ないし8のいずれかの発明の構成において、EGR層と空気層との割合の変化に応じて燃料噴射時期を変化させる構成としてある。

【0027】上記構成によれば、EGR層と空気層との割合が変化すると、両層相互の境界部分の位置も変化し、これに対応して燃料噴射時期を変化させることで、境界部分への燃料供給が確実になされる。例えば、圧縮工程後半の上死点付近で燃料を噴射すると、圧縮上死点付近では背圧が高いため、燃料噴霧の貫徹力が抑えられることから、燃料噴射弁付近に前記境界部分が形成されている場合に有効となる。一方、上記した時期より早期に燃料噴射を行うと、背圧がより低い状態であるため、燃料噴霧の貫徹力は大きくなり、したがってこの場合には、燃料噴射弁から離れた位置に境界部分がある場合に有効となる。

【0028】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、燃焼室に直接燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、ピストンの圧縮作用により前記燃焼室内の混合気を自己着火して燃焼させる圧縮自己着火式内燃機関において、前記燃焼室内における温度勾配が大きい領域に前記燃料噴射弁により燃料を噴射するようにしたため、温度勾配の大きい領域から温度の低い領域へと順次自己着火燃焼が進み、急激な燃焼によるノッキング発生を防止することができ、より広い

運転範囲にて安定した自己着火燃焼を生起させることができる。

【0029】請求項2の発明によれば、温度勾配が大きい領域は、燃焼室から排出されて前記燃焼室に還流させた排気を含むEGR層と、吸気通路から導入された新気で構成される空気層との境界部分であるため、高温側のEGR層と低温側の空気層との境界部分に燃料を噴射することで、自己着火燃焼は、この境界部分から順次発生し、急激な燃焼によるノッキング発生を防止することができ、より広い運転範囲にて安定した自己着火燃焼を生

起させることができる。

【0030】請求項3の発明によれば、吸気通路を二つ設け、一方の吸気通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の吸気通路を経て排気を還流させるようにしたため、排気が排気還流通路を通して一方の吸気通路から燃焼室に導入されてEGR層を形成するとともに、他方の吸気通路からは新気が導入されて空気層を形成し、これにより、温度勾配の大きい領域を形成することができる。

【0031】請求項4の発明によれば、二つの吸気通路に対応してそれぞれ設けられた二つの吸気弁の開時期を相互に異ならせたため、燃焼室への排気の導入時期と新気の導入時期とが相互にずれ、特に、燃焼室内にてスワールを形成するような場合には、EGR層と空気層との成層化が容易となり、温度勾配の大きい領域を確実に形成することができる。

【0032】請求項5の発明によれば、排気弁の開時期を排気上死点後の吸気行程途中として、排気弁および吸気弁が共に開いているオーバーラップ期間を設定し、このオーバーラップ期間中に、吸気導入によって空気層を形成するとともに、排気通路から排気を逆流させてEGR層を形成するようにしたため、専用の排気還流装置を設けることなく、より簡素な構造で燃焼室内にて空気層およびEGR層をそれぞれ形成することができる。

【0033】請求項6の発明によれば、吸気通路内を二つの通路に分割する隔壁を設け、前記分割した一方の通路に、排気通路に一端が接続する排気還流通路の他端を接続し、前記一方の通路からのみ排気を還流させるようにしたため、排気が排気還流通路を通して一方の通路から燃焼室に導入されてEGR層を形成するとともに、他方の通路からは新気が導入されて空気層を形成し、これにより、温度勾配の大きい領域を形成することができる。

【0034】請求項7の発明によれば、機関負荷が高くなるほど、EGR層の割合を低くするようにしたため、低負荷時での着火性が向上するなど、負荷条件が変化しても、EGR層と空気層とを最適に形成することができ、より広い負荷領域において安定した圧縮自己着火運転が可能となる。

【0035】請求項8の発明によれば、機関回転数が高

くなるほど、EGR層の割合を高くするようにしたため、高回転数域での燃焼反応が進みやすくなって燃料の着火性が向上するなど、機関回転数が変化しても、EGR層と空気層とを最適に形成することができ、より広い回転領域において安定した圧縮自己着火運転が可能となる。

【0036】請求項9の発明によれば、EGR層と空気層との割合の変化に応じて燃料噴射時期を変化させるようにしたため、EGR層と空気層との割合が変化して、両層相互の境界部分の位置が変化しても、前記境界部分に燃料を確実に噴射することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【0038】図1は、この発明の第1の実施の形態を示す圧縮自己着火式内燃機関の全体システム構成図、図2は、その機関本体1周辺の簡略化した平面図である。エンジン本体1は、ピストン3、燃焼室5、吸気通路を構成する二つの吸気ポート7、排気通路を構成する二つの排気ポート9、二つの吸気ポート7に対応してそれぞれ設けられた二つの吸気弁11、二つの排気ポート9に対応してそれぞれ設けられた二つの排気弁13をそれぞれ備え、燃焼室5の上部中央には、ガソリン燃料を燃焼室5に噴射供給する燃料噴射弁15が設置され、燃料噴射弁15に隣接して火花点火燃焼時に作動する点火プラグ17が設置されている。

【0039】一方の吸気ポート7と一方の排気ポート9とは、排気還流通路19によって接続され、排気還流通路19には、排気還流制御弁21が設けられている。この排気還流制御弁21および前記した燃料噴射弁15、点火プラグ17は、電子制御ユニット（ECU）23からの出力信号を受けて作動し、ECU23は、機関回転数を検出するクランク角センサ25および、アクセル開度（機関負荷）を検出するアクセル開度センサ27の各出力信号の入力を受ける。

【0040】ECU23は、燃焼パターン判定部29、火花点火燃焼制御部31、自己着火燃焼制御部33、EGR制御部35および燃料噴射時期制御部37をそれぞれ備え、例えばマイクロコンピュータのプログラムとして実現されている。

【0041】燃焼パターン判定部29は、図3に示すように、中低負荷および中回転数以下の運転領域において圧縮自己着火運転を行い、高負荷または高回転数域において火花点火燃焼を行うよう燃焼パターンを判定する。火花点火燃焼制御部31は、燃焼パターン判定部29によって火花点火燃焼と判定されたときに、燃料噴射弁15、点火プラグ17を制御して火花点火燃焼を行わせ、一方自己着火燃焼制御部33は、燃焼パターン判定部29によって自己着火燃焼と判定されたときに、EGR制御部35および燃料噴射時期制御部37をそれぞれ制御

して自己着火燃焼を行わせる。EGR制御部35は、排気還流制御弁21を制御して排気を吸気系に還流させる排気還流量を変更し、燃料噴射時期制御部37は燃料噴射弁15を制御して燃料噴射時期を変更する。

【0042】図4は、空燃比(A/F)に対する自己着火燃焼が成立する範囲を斜線部で示している。空燃比をリーンにしていくと燃焼安定度が悪化し、機関のトルク変動が大きくなる。このため内燃機関として設計値、またはこの内燃機関を搭載し車両の性格などとして許容できる安定度限界が安定度限界値 S_{th} となる空燃比 A_{FL} がリーン限界となる。一方、空燃比をリッチにしていくと、ノッキング強度が増大する。これにより、ノッキング強度限界 N_{th} における空燃比 A_{FR} がリッチ限界となる。

【0043】したがって、燃焼安定度限界 A_{FL} とノッキング強度限界 A_{FR} で囲まれる空燃比領域が、自己着火燃焼成立範囲となる。このように、自己着火燃焼は限られた空燃比範囲でしか成立しない。なお、ここではガスと燃料との割合を示す指標として空燃比 A/F を例に説明したが、燃焼残留ガスあるいはEGRガス(排気還流ガス)からなる既燃ガスが含まれる場合についても同様の傾向を示し、この場合には、図4における横軸は、新気と既燃ガスとを合わせたトータルのガス量と燃料量との割合 G/F となる。

【0044】自己着火燃焼は、低温酸化反応であるため、中間生成部ができる予反応を経過した後、最終的な酸化反応である熱炎に至る。したがって、予反応の進展度を見ると、自己着火燃焼成立の可能性を予測できる。図5(a)および(b)は、ある圧力条件において、一定時間経過後の予反応の進展度を、当量比(混合気濃度)および温度に対してそれぞれ示している。当量比が大きくなると、予反応の進展度が高くなっているが、その変化傾向は緩やかである。一方、温度に対しては、高温になるほど予反応の進展度が高く、その変化傾向は指数関数的であり、温度に関する予反応進展度の感度が当量比に比べて極めて高いことがわかる。

【0045】したがって、高温の燃焼ガスを使って自己着火燃焼を促進することは有効であり、ここでは、燃焼ガスとして排気を吸気系に還流させた排気還流ガス(EGRガス)を利用している。

【0046】図6は、一方の排気ポート9から排気還流通路19を経て一方の吸気ポート7に排気を還流させたときの吸気行程後の燃焼室5内のガス分布である。図中で右側の一方の吸気ポート7に対応する燃焼室5における右側半分には新気とともにEGRガスAが、同左側半分には他方の吸気ポート7から吸入された新気Bがそれぞれ取り込まれている。

【0047】すなわち、燃焼室5内には、EGRガスAを含むEGRガス層と、新気Bからなる空気層との成層化が実現しており、各層の境界部分の中心Cに、図1に

示してある燃焼噴射弁15により燃料を噴射する。なお、この成層化を実現するためには、二つの吸気ポート7から吸入されるガス流をピストン頂部に設けた凹部に沿って旋回させる、いわゆるタンブル流を、EGR層側と空気層側とで別々に形成することで、より効果が上がる。なお、EGR層と空気層の配置は左右逆にしてもよい。

【0048】図7は、上記図6における燃焼室5内の温度分布(a)と、当量比(b)と、予反応進展度(c)をそれぞれ示しており、横軸が図6の D_1-D_2 線に対応している。図7(a)に示すように、EGR層と空気層との境界部分である燃焼室5の中心L付近には温度勾配が大きい領域が存在する。ここに燃料を噴射することで、図7(b)のように中心部の当量比が大きくなる。

【0049】予反応燃焼は、燃料がリッチでかつ温度が高い領域から進展していくので、図7(c)に示すように、予反応進展度の高い着火点S点で開始され、このとき温度勾配があるために最初に着火する燃料量はノッキングを起こすほど多くはない。また、着火後も、温度勾配に従って、順次自己着火が温度の低い領域に進んでいくため、急激な燃焼とはならず、ノッキングは発生しない。その結果、自己着火燃焼の成立負荷範囲がより高負荷側に拡大され、より広範囲にて安定した自己着火運転が可能となる。

【0050】これに対し、図8に示す例は、従来例における、燃料をEGR層に噴射した場合に対応するもので、この場合には、高温のEGR層にある燃料は、急激に予反応の進展が行われる。したがって、これをガソリンの自己着火燃焼に適用した場合には、図8(b)に示すように高温のEGR層にある燃料のリッチな領域が、図8(c)におけるEで示すように、一度に自己着火を起こし、急激な燃焼となり、ノッキングを誘発してしまう。

【0051】一方、図9に示す例は、従来例における、燃料を吸入空気中に噴射したものに対応するもので、燃料を空気層に噴射したものである。この場合には、低温の空気層にある燃料は、予反応の進展がなされない。したがって、これをガソリンの自己着火燃焼に適用した場合には、図9(b)に示すように低温の空気層にある燃料のリッチな領域が、図9(c)におけるFで示すように、反応が進まずに自己着火が起こらず、失火してしまう。

【0052】図10は、この発明の第2の実施の形態を示す、前記図2に相当する平面図である。この実施の形態は、前記第1の実施の形態に対し、図中で左側の他方の吸気ポート7に吸気量を制限する吸気量制御弁39を追加して設けるとともに、燃料噴射弁15を燃焼室5の中心から、他方の吸気ポート7と他方の排気ポート9との間に移動させ、機関の運転負荷条件に応じ、EGR層と空気層との割合を変化させるものである。

【0053】図11は、EGR層の割合に対する酸素量と機関負荷との関係を示している。EGR層の割合が高くなると、新気の割合が減少するため、燃焼室5内の酸素量が減少する。この結果、燃焼室5内に噴射できる燃料量が減少するので、負荷が低下する。また、燃料の着火性を考慮した場合には、燃料量が少ない低負荷では、EGR層の割合を高くした方が有利である。したがって、負荷に応じてEGR層と空気層との割合を変化させることが必要となる。

【0054】図12は、低負荷時での燃焼室5内のガス分布である。低負荷時で吸気量制御弁39を閉じ気味にすることで、他方の吸気ポート7から導入される新気Bの量が減少し、これに対応して図中で右側の一方の吸気ポート7から導入されるEGRガスAの量が増加してEGR層の割合が、前記図6に比べて高くなる。

【0055】図13は、高負荷時での燃焼室5内のガス分布である。吸気量制御弁39を全開にする一方、排気還流制御弁21の開度を小さくすることで、EGR層の割合を小さくしている。

【0056】図14は、図12に示した低負荷時でのガス分布における燃料噴射弁15により噴射された燃料Gを、図15は、図13に示した高負荷時でのガス分布における燃焼噴射弁15により噴射された燃料Gを、それぞれ示している。いずれにおいても、燃料Gは、EGR層と空気層との境界部分に噴射されている。これによって、前述した第1の実施の形態と同様な理由により、温度勾配を利用して自己着火が順次行われていき、ノッキングを起こすことなく緩やかな自己着火燃焼が実現できる。なお、燃料Gは、中心部分のgで示す領域がリッチであり、その周囲の領域がややリッチとなっている。

【0057】また、図14および図15のように、燃料GをEGR層と空気層との境界部分に噴射するためには、燃料噴射時期を変更することが必要である。低負荷条件では、圧縮行程後半の上死点付近で燃料噴射を行う。圧縮行程上死点付近では、背圧が高いため、燃料噴霧の貫徹力が抑えられるため、図14のように、燃料噴射弁15の近くにコンパクトな混合気が形成される。このようなコンパクトな混合気は、噴射燃料量の少ない低負荷時には、着火を促進するために有利である。

【0058】一方、高負荷条件では、低負荷条件に比べて早期に燃料噴射を行う。早期噴射を行う場合には、背圧が低い条件となるので、燃料噴霧の貫徹力が大きくなる。この結果、図15のように、燃料噴射弁15から離れた位置に混合気が形成される。高負荷条件では、噴射燃料量が多いため、燃料の拡散を促進するためにも、早期噴射が有利である。

【0059】図16に、機関負荷に対する燃料噴射時期を示す。負荷が高くなるほど燃料噴射時期が進角されている。このように、EGR層と空気層との割合に応じて、燃料噴射時期を変化させることによって、負荷条件

が変わった場合においても、EGRガス層と空気層との境界部分に燃料を噴射することができ、圧縮自己着火燃料を成立させることができる。

【0060】次に、第3の実施の形態について説明する。この第3の実施の形態の構成は、前記図10に示した第2の実施の形態と同様であるが、機関回転数に応じてEGR層と空気層とを変化させる点が、第2の実施の形態と異なる。そして、この場合においても、EGR層と空気層との境界部分に燃料を噴射するよう、燃料噴射時期を変更する。

【0061】図17は、特定クランク角条件における機関回転数に対する予反応進展度を示している。機関回転数が高くなるほど、予反応が進む実時間が少なくなるため、予反応進展度が低下する。これは、高回転ほど、燃料の着火性が悪化することを示している。したがって、高回転域では、着火性を促進させるために、EGR層を高くした方が有利である。

【0062】このように、機関回転数に応じてEGR層と空気層との割合を変更するとともに、燃料噴射時期を変更することで、機関回転数が変化した場合においても、EGR層と空気層との境界部分に燃料を噴射することができ、圧縮自己着火燃焼を成立させることができる。

【0063】図18は、機関負荷および機関回転数に対するEGR層と空気層との割合を示す。低負荷で、高回転ほどEGR層の割合を大きくする。図19は、機関負荷および機関回転数に対する燃料噴射時期を示す。低負荷で、高回転ほど燃料噴射時期を遅角する。これは、前述したように、EGR層の割合が高くなるほど、EGR層と空気層との境界部分が燃料噴射弁15に近づくためである。

【0064】図20は、圧縮自己着火燃焼の成立範囲を示す。実線で囲まれた範囲が、低負荷で、高回転ほどEGR層の割合を大きくした場合の本実施例による圧縮自己着火燃焼領域で、破線で囲まれた従来の圧縮自己着火燃焼領域に比べると、低負荷側および高負荷側でそれぞれ拡大され、機関回転数についても、より高回転側に拡大されている。

【0065】図21は、この発明の第4の実施の形態を示す、前記図2に相当する平面図である。この実施の形態は、前記第1の実施の形態に対し、図中で左側の他方の吸気ポート7にも、排気還流通路19を同左側の他方の排気ポート9に接続するとともに、二つの吸気ポート7に、燃焼室5の開口部から排気還流通路19の接続部よりやや上流側まで延長される隔壁41を設けている。燃料噴射弁15は、第1の実施例と同様に燃焼室5の中央である。

【0066】図22は、上記した第4の実施の形態における燃焼室5内のガス分布である。図中で右側の一方の吸気ポート7では、隔壁41の右側の通路に排気が還流

されて EGR ガス A が導入されるので、燃焼室 5 内では、図中で右側の内壁に沿った位置に EGR 層が形成される。また、図中で左側の他方の吸気ポート 7 では、隔壁 41 の左側の通路に排気が還流されて EGR ガス A が導入されるので、燃焼室 5 内では、図中で左側の内壁に沿った位置に EGR 層が形成される。そして、左右の EGR 層に挟まれた中央部分には、新気 B が導入されて空気層が形成される。なお、EGR 層と空気層の配置は逆にしてもよい。

【0067】図 23 は、図 22 に示したガス分布において燃焼噴射弁 15 により噴射された燃料 G を示している。10 この場合の燃料噴射弁 15 は、左右の境界部分に指向する噴射孔をそれぞれ備え、これによって燃料 G は、EGR 層と空気層との境界部分に噴射することが可能となっている。なお、この場合、左右の境界部分に指向する噴射孔を備えていなくても、通常の拡散型の噴射弁であっても構わない。

【0068】上記した第 4 の実施の形態においても、運転条件によって排気還流制御弁 21 の開度を制御して EGR 層と空気層との割合を変更したときに、EGR 層と空気層との境界部分が左右に変化するが、燃料噴射時期を変えることで、容易に EGR 層と空気層との境界部分に燃料を噴射することが可能となる。

【0069】図 24 は、この発明の第 5 の実施の形態を示す圧縮自己着火式内燃機関の全体システム構成図である。この実施の形態は、第 1 の実施の形態に対し、排気還流通路 19 および排気還流制御弁 21 がなく、排気弁 13 に対する可変バルブタイミング機構 43 を追加しており、排気弁 13 の開閉タイミングを変更することによって、EGR 層と空気層とを形成するようにしている。30 可変バルブタイミング機構 43 は、例えば電磁コイルによる電磁駆動弁機構を用いてもよく、機械的な公知の可変動弁機構を用いてもよい。燃料噴射弁 15 は、吸気ポート 7 側に設置している。

【0070】図 25 (a) ~ (d) は、吸気行程から排気行程までの 4 行程のガス分布を示す。図 25 (a) の吸気行程では吸気弁 11 および排気弁 13 がともに開いているため、吸気ポート 7 からは新気が、排気ポート 9 からは排気が、燃焼室 5 内にそれぞれ流入し、燃焼室 5 内では、図中で右側の排気ポート 9 側の半分が EGR ガス A が導入された EGR 層となり、左側の吸気ポート 7 側の半分が新気 B が導入された空気層となる。図 25

(b) の圧縮行程の上死点付近では、燃料噴射弁 15 により EGR 層と空気層との境界部分に燃料を噴射し、自己着火燃焼した後に、同図 (c) の膨張行程および同図 (d) の排気行程に移行する。

【0071】図 26 (a) は、圧縮自己着火燃焼時でのバルブリフト特性であり、同図 (b) で示す火花点火燃焼時での同特性に対し、排気弁 13 の閉時期を、排気行程上死点 (TDC) 後に充分遅角してある。このよう

に、可変バルブタイミング機構 43 により排気弁 13 の閉時期を変更することで、火花点火燃焼と圧縮自己着火燃焼とを実現することができる。

【0072】図 27 (a), (b) は、この発明の第 6 の実施の形態を示している。この実施の形態は、前記図 24 に示した第 5 の実施の形態と同様に、可変バルブタイミング機構により排気弁 13 の閉時期を遅らせて EGR 層と空気層とを形成するものであるが、第 5 の実施の形態に対し、燃料噴射弁 15 を吸気ポート 7 側に移動させるとともに、排気弁 13 の閉時期を変更して EGR 層と空気層との割合を変更している。

【0073】図 28 (a), (b) は、共に圧縮自己着火燃焼時でのバルブリフト特性を示している。同図

(a) は、排気弁 13 の閉時期を図 26 (a) の場合に対し、さらに吸気下死点 (BDC) 側に遅角させて、図 27 (a) に示すように、EGR ガス A の導入による EGR 層の割合を高くするものである。一方図 28 (b) は、排気弁 13 の閉時期を図 26 (a) の場合に対し、排気上死点 (TDC) 側に進角させて、図 27 (b) に示すように、EGR 層の割合を低くするものである。

【0074】このように、排気弁 13 の閉時期を制御することで、EGR 層と空気層との割合を変更でき、広い運転範囲での圧縮自己着火燃焼が可能となる。

【0075】また、燃料噴射弁 15 を吸気ポート 7 側に設置してあるので、EGR 層と空気層との境界部分が、図 27 (a) のように、吸気ポート 7 側に位置する場合や、図 27 (b) のように、排気ポート 13 側に位置する場合など、変化しても、前記図 14 および図 15 で示したように、燃料噴射時期を変更することで、境界部分に燃料 G を噴射することが可能となる。すなわち、図 27 (a) のように、EGR 層と空気層との境界部分が燃焼噴射弁 15 に近い場合は、燃焼室 5 内の背圧が高い圧縮上死点付近で燃料を噴射し、図 27 (b) のように、EGR 層と空気層との境界部分が燃料噴射弁 15 から離れている場合は、図 27 (a) の場合よりも早期に燃料噴射を行う。

【0076】図 29 は、この発明の第 7 の実施の形態を示す、図 2 に相当する平面図である。この実施の形態は、二つの吸気ポート 7 の燃焼室 5 に対する接続方向が、燃焼室 5 内のガス流れが内壁に沿って周方向に旋回するスワール流となるよう傾斜している。なお、吸気ポート 7 を傾斜させる代わりにヘリカルポートを用いても構わない。

【0077】図 30 は、燃焼室 5 内のガス分布を示している。図中下部側のピストン 3 に接する側が EGR ガス A が導入された EGR 層で、上部側が新気 B が導入された空気層となっている。なお、EGR 層と空気層の配置は上下逆でもよい。燃焼噴射弁 15 は、燃焼室 5 の中央上部に配置されており、噴射された燃料 G は EGR 層と空気層との境界部分に噴射している。この場合、燃焼噴

射弁15は、ピストン3が最も上昇した圧縮上死点付近で、かつ図中ではほぼ水平方向に向けて噴射することで、より確実に上記境界部分に燃料を噴射することが可能となる。

【0078】燃焼室5内の上下に空気層とEGR層とを成層化するには、図31(a)、(b)に示すように、二つの吸気ポート7を開閉するそれぞれの吸気弁が開となっている時期を異ならせることで、達成可能となる。すなわち、排気還流通路19が接続されている一方の吸気ポート7側の吸気弁を先に開弁することで、図30のようにEGRガスAが燃焼室5の下部側に導入されてEGR層が形成され、続いて図29中で左側の他方の吸気ポート7側の吸気弁の開弁により新気Bが導入されて、EGR層の上部に空気層が形成される。

【0079】図31(a)は、同図(b)のものに比べ、EGR層を形成する側の吸気弁の開弁時間を長く、空気層を形成する側の吸気弁の開弁時間を短くして、EGR層の割合を図31(b)より多くしている。

【0080】なお、空気層側の吸気弁を先に開き、EGR層の吸気弁を後に開くようにすることで、図30とは逆に、ピストン3に接する下部側を空気層とし、上部側をEGR層となるようにしてもよい。

【0081】また、燃焼室5内にスワール流を形成することなく、二つの吸気弁が開となっている時期を異ならせるだけでも、EGR層と空気層との成層化が可能である。さらに、二つの吸気弁が開となっている時期を異ならせることなく、スワール流を形成するだけでも、EGR層と空気層とを成層化できる。

【0082】なお、上記した各実施の形態におけるEGR層と空気層との境界部分は、燃焼室内における温度勾配の大きい領域に相当する。このため、EGR層を形成せずに、単に空気層のみによって燃焼室内の温度勾配の大きい領域に燃料を噴射するようにしても、同様の効果が得られる。

【0083】一般に、燃焼室内では、内壁から外部に熱が放出されるので、この内壁付近の温度勾配が最も大きくなる。したがって、この内壁付近に燃料を噴射することで、内壁付近が燃料リッチとなり、この燃料リッチな温度勾配の大きい領域で自己着火が開始され、ここから温度の低い領域に向かって順次自己着火して緩やかな燃焼となる。これにより、急激な燃焼の発生によるノッキングが防止される。

【0084】このような温度勾配の大きい領域を形成するには、燃焼室内にスワール流を形成することでより一層効果がある。図32(a)は、燃焼室内の中心から内壁にわたる温度勾配の変化を、実線で示すスワール有りの場合と、破線で示すスワール無しの場合とで示している。これによれば、スワール有りの場合の方が、内壁に沿う旋回流によって熱が外側に逃げるので、内壁付近にて温度勾配が大きく、したがって、同図(b)のよう

に、この内壁付近に燃料を噴射してこの付近を燃料リッチにすることで、急激な燃焼の発生によるノッキングが防止される。

【0085】また、図33に示すように、ピストン3の形状を、ピストン頂部に凹部3aを形成することでも、中央部分がより高温に保持され、内壁付近の温度勾配を大きくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施形態を示す圧縮自己着火式内燃機関の全体システム構成図である。

【図2】図1の圧縮自己着火式内燃機関における機関本体周辺の簡略化した平面図である。

【図3】図1の圧縮自己着火式内燃機関における運転条件に対する燃焼パターン特性図である。

【図4】空燃比(A/F)に対する自己着火燃焼が成立する範囲を示す説明図である。

【図5】自己着火燃焼における予反応進展度特性図であり、(a)は当量比に対するもの、(b)は温度に対するものである。

【図6】この発明の第1の実施の形態における燃焼室内のガス分布を示す説明図である。

【図7】図6のガス分布において、燃料をEGR層と空気層との境界部分に噴射した場合の燃焼室内の温度(a)、当量比(b)、予反応進展度(c)を示す説明図である。

【図8】図6のガス分布において、燃料をEGR層に噴射した場合の燃焼室内の温度(a)、当量比(b)、予反応進展度(c)を示す説明図である。

【図9】図6のガス分布において、燃料を空気層に噴射した場合の燃焼室内の温度(a)、当量比(b)、予反応進展度(c)を示す説明図である。

【図10】この発明の第2の実施の形態を示す、図2に相当する平面図である。

【図11】第2の実施の形態に係わるもので、EGR割合に対する酸素量と負荷との相関図である。

【図12】第2の実施の形態における機関低負荷時での燃焼室内のガス分布を示す説明図である。

【図13】第2の実施の形態における機関高負荷時での燃焼室内のガス分布を示す説明図である。

【図14】第2の実施の形態における機関低負荷時での燃料分布を示す説明図である。

【図15】第2の実施の形態における機関高負荷時での燃料分布を示す説明図である。

【図16】第2の実施の形態における機関負荷に対する燃料噴射時期特性図である。

【図17】第3の実施の形態に係わるもので、機関回転数に対する予反応進展度特性図である。

【図18】機関負荷と機関回転数に対するEGR層割合を示す説明図である。

【図19】機関負荷と機関回転数に対する燃料噴射時期

を示す説明図である。

【図20】機関負荷および機関回転数に応じてEGR層割合および燃料噴射時期を変更した場合の圧縮自己着火燃焼領域を従来のものと比較して示した説明図である。

【図21】この発明の第4の実施の形態を示す、図2に相当する平面図である。

【図22】第4の実施の形態における燃焼室内のガス分布を示す説明図である。

【図23】第4の実施の形態における燃焼室内の燃料分布を示す説明図である。

【図24】この発明の第5の実施形態を示す圧縮自己着火式内燃機関の全体システム構成図である。

【図25】第5の実施形態における4サイクル行程図である。

【図26】第5の実施形態におけるバルブリフト特性であり、(a)は圧縮自己着火燃焼時でのもの、(b)は火花点火燃焼時でのものである。

【図27】第5の実施の形態における燃焼室内のガス分布および燃料分布を示す説明図であり、(a)はEGR層の割合が大、(b)はEGR層の割合が小のものである。

【図28】この発明の第6の実施の形態を示すバルブリフト特性図であり、(a)はEGR層の割合が大、(b)はEGR層の割合が小のものである。

10

20

*

*【図29】この発明の第7の実施の形態を示す、図2に相当する平面図である。

【図30】第7の実施の形態における燃焼室内のガス分布および燃料分布を示す説明図である。

【図31】第7の実施形態におけるバルブリフト特性であり、(a)はEGR層の割合が大、(b)はEGR層の割合が小のものである。

【図32】(a)は燃焼室内における温度勾配特性図、(b)は(a)の温度勾配の大きい領域に燃料を噴射した場合の当量比特性図である。

【図33】燃焼室内に温度勾配を形成するためのピストン形状を示す断面図である。

【符号の説明】

3 ピストン

5 燃焼室

7 吸気ポート(吸気通路)

9 排気ポート(排気通路)

11 吸気弁

13 排気弁

15 燃料噴射弁

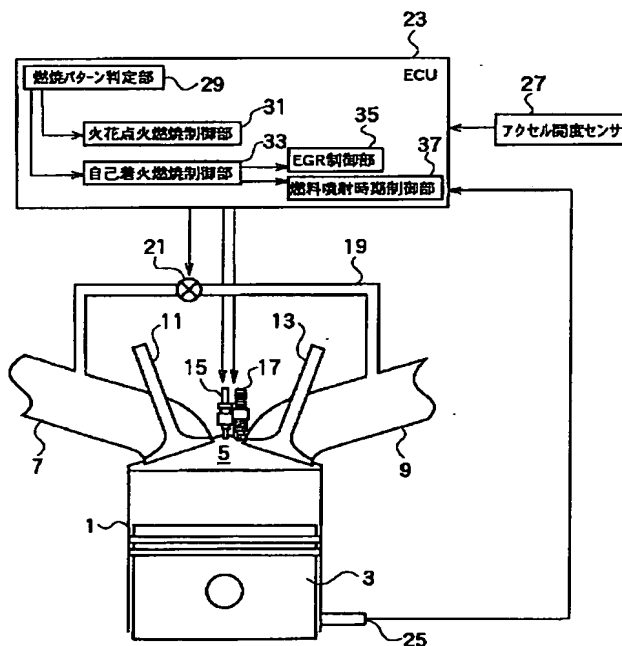
19 排気還流通路

41 隔壁

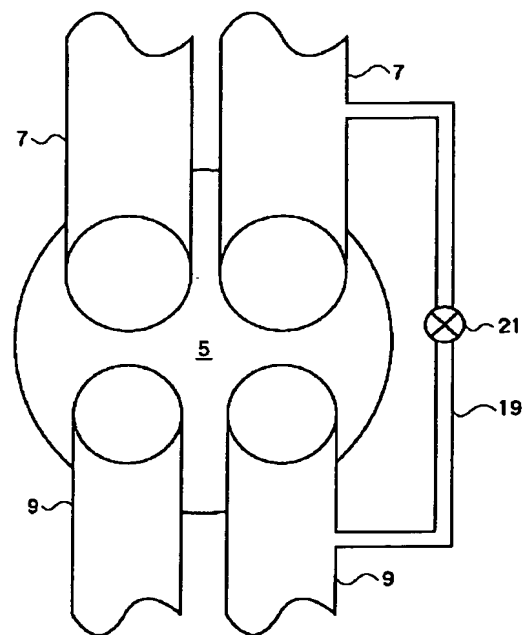
A EGRガス

B 新気

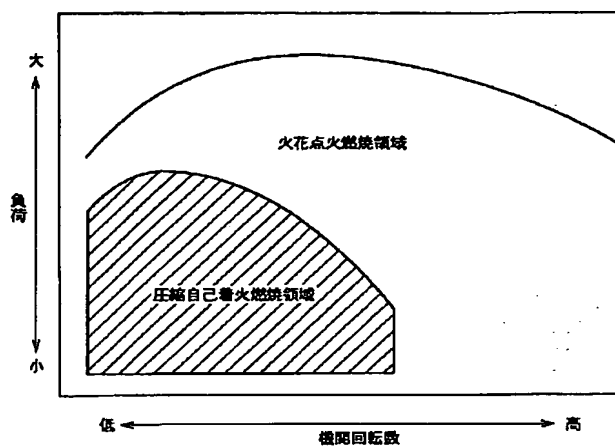
【図1】



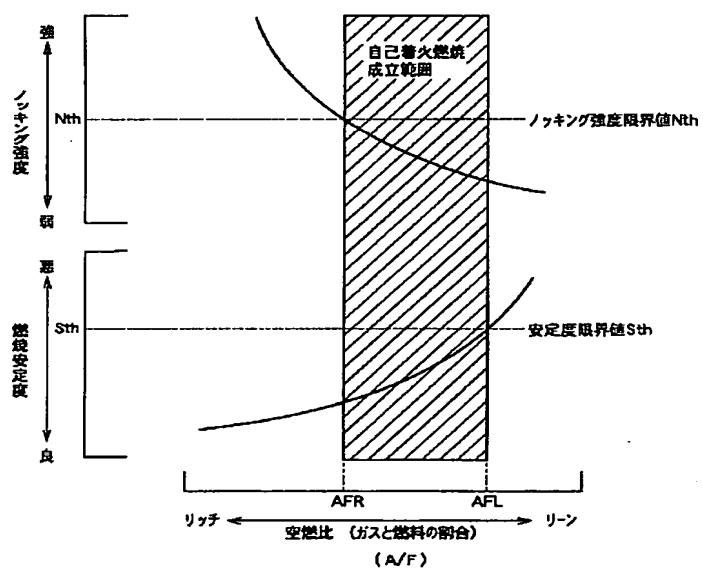
【図2】



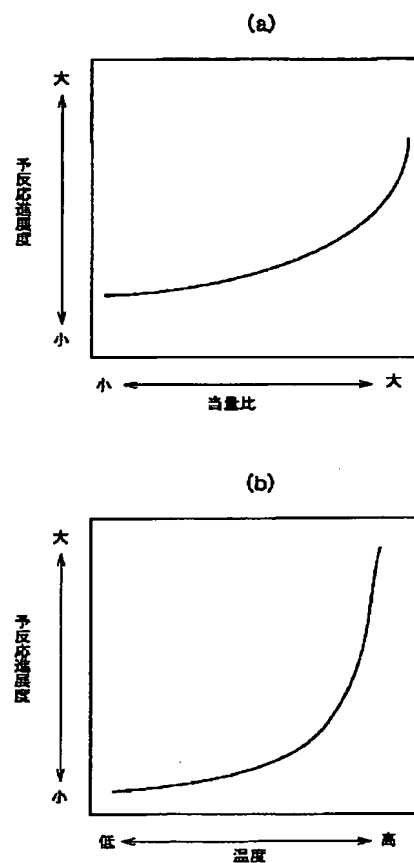
【図3】



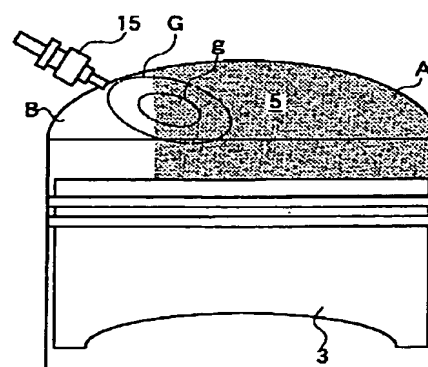
【図4】



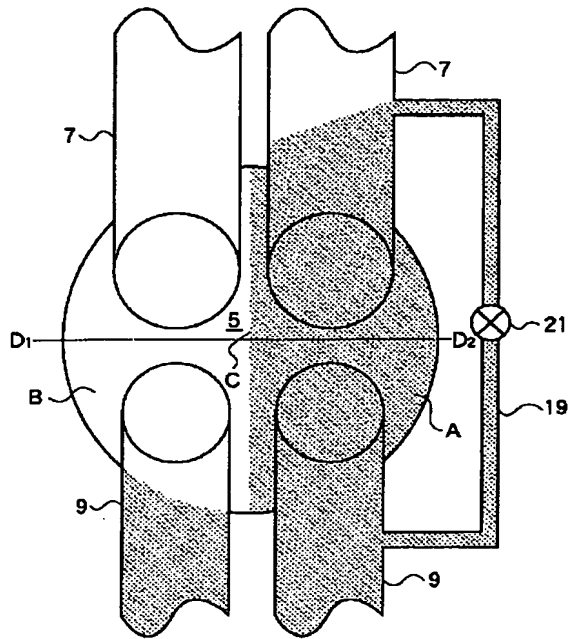
【図5】



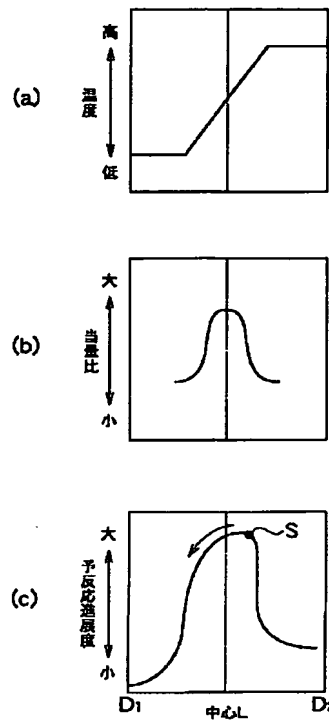
【図14】



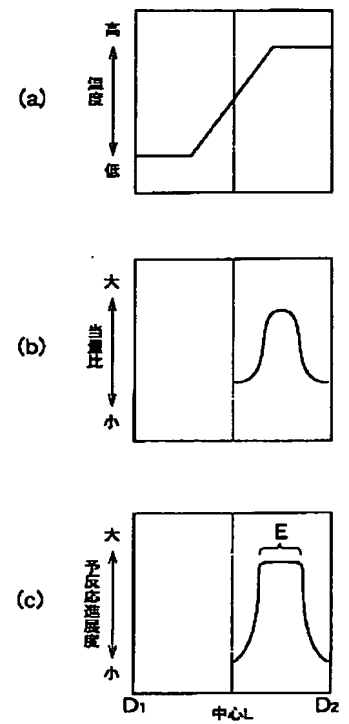
【図6】



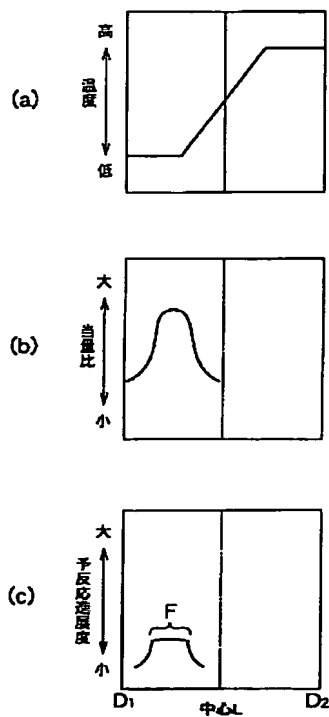
【図7】



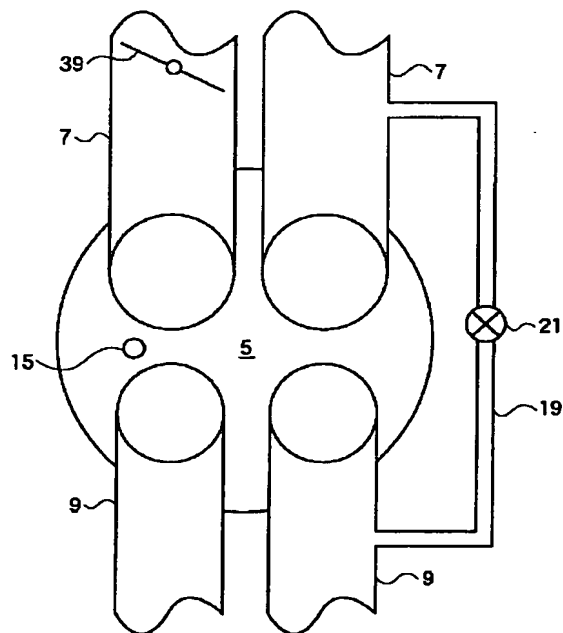
【図8】



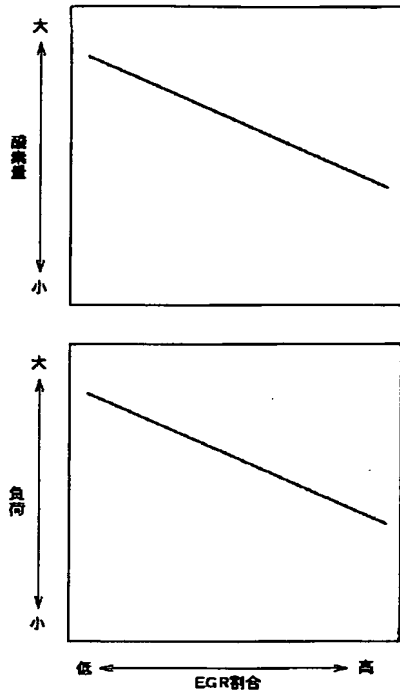
【図9】



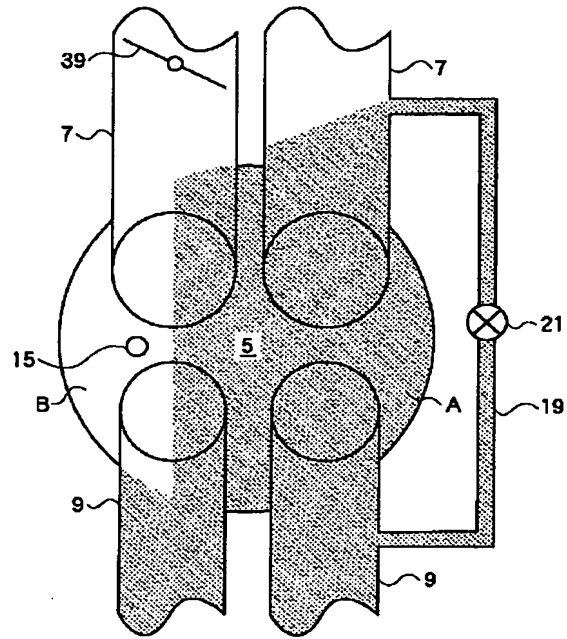
【図10】



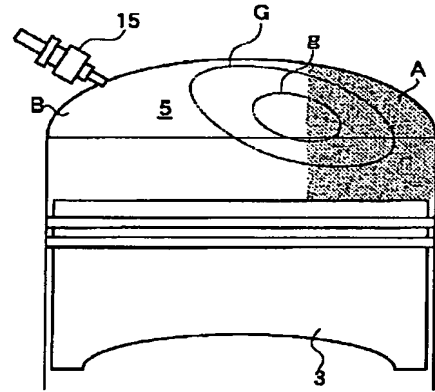
【図11】



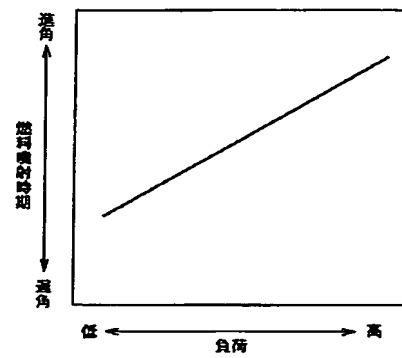
【図12】



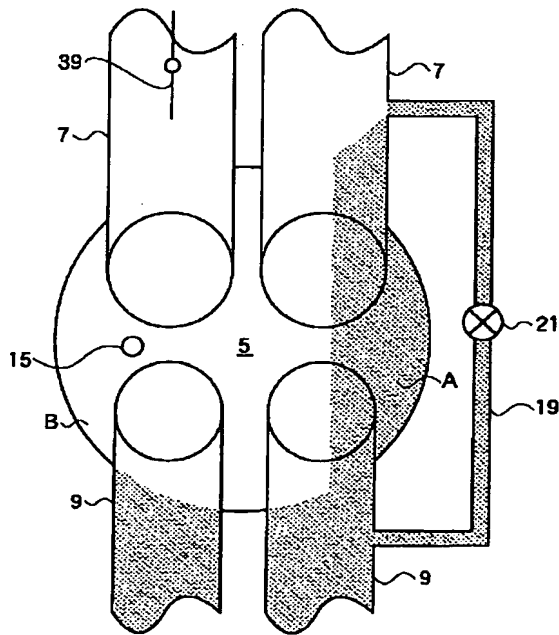
【図15】



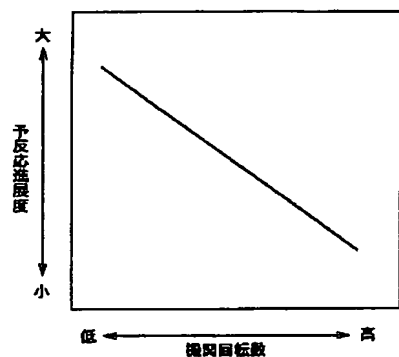
【図16】



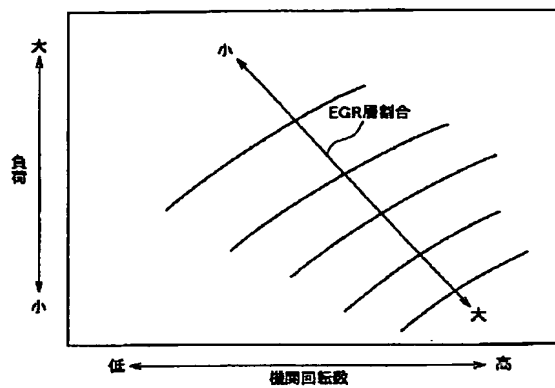
【図13】



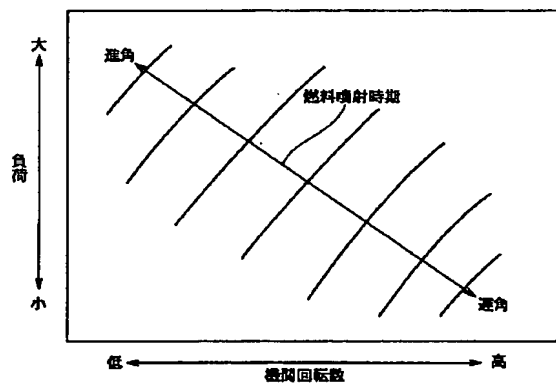
【図17】



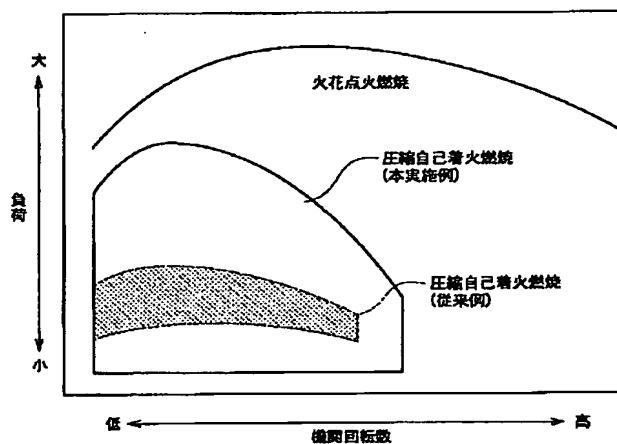
【図18】



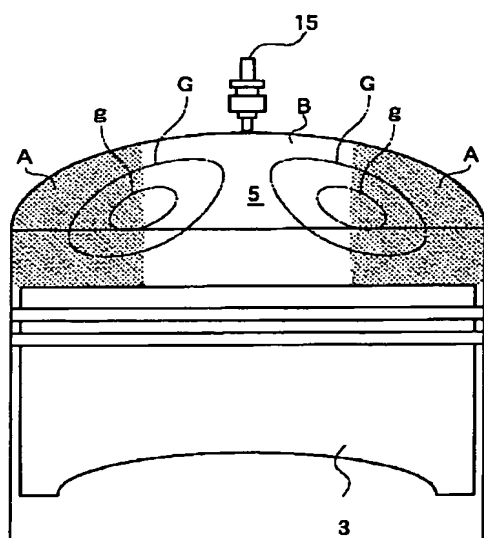
【図19】



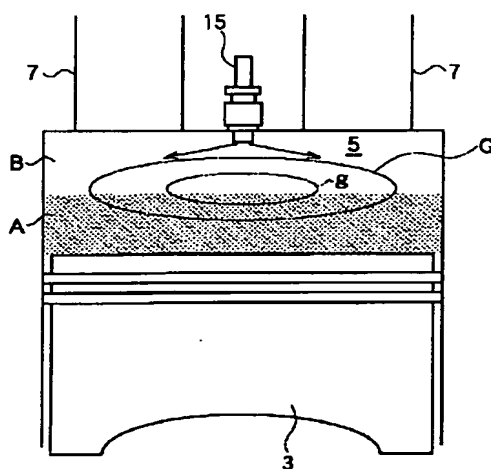
【図20】



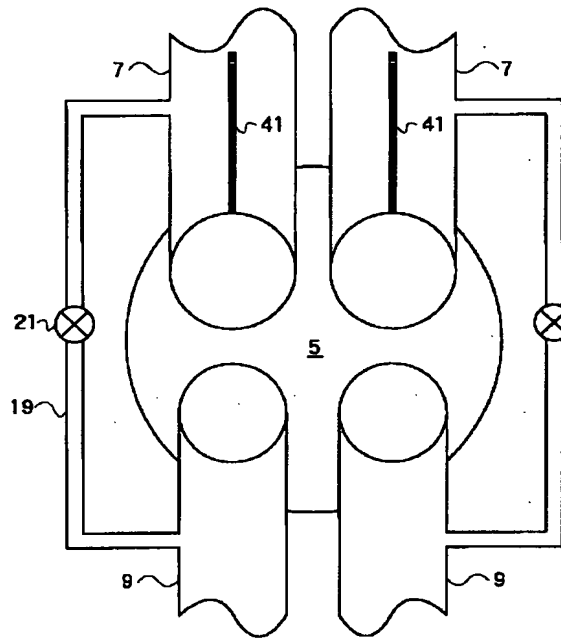
【図23】



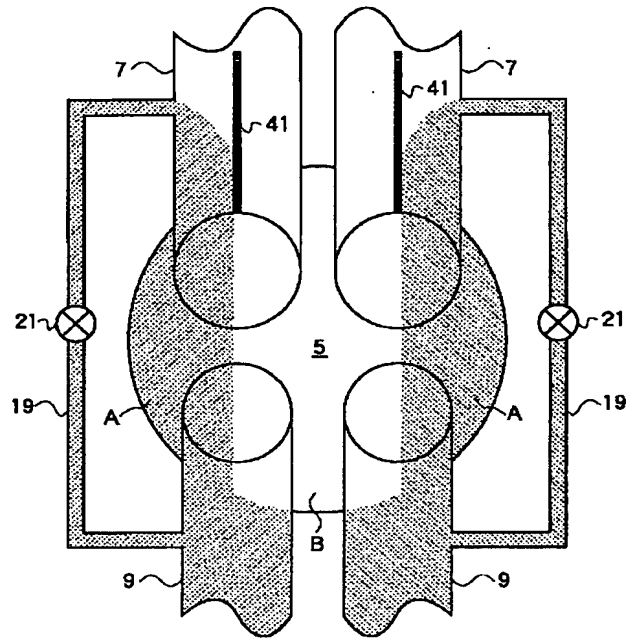
【図30】



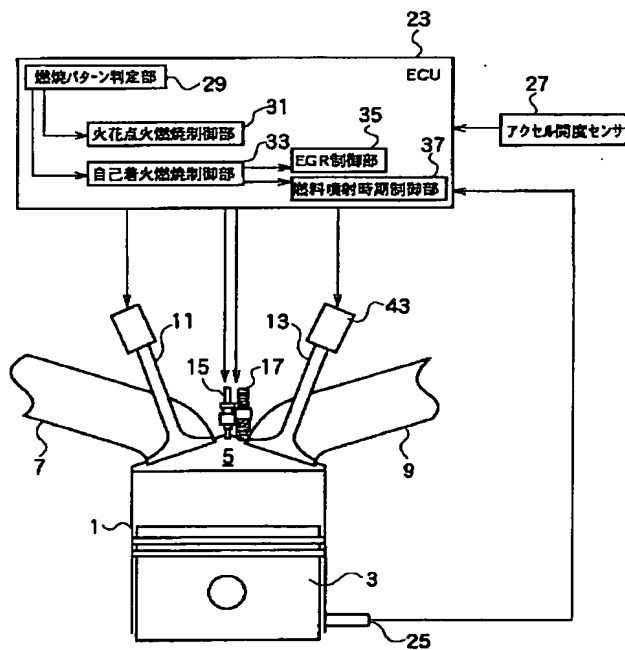
【図21】



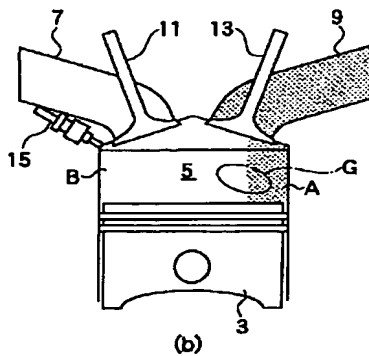
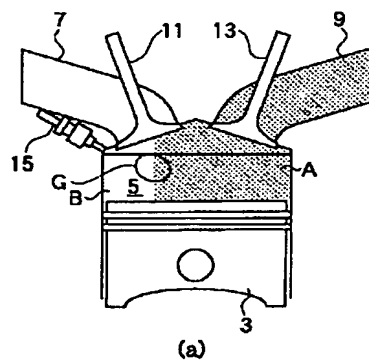
【図22】



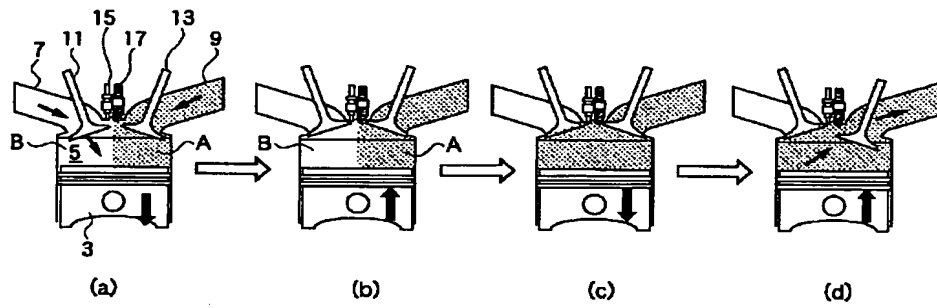
【図24】



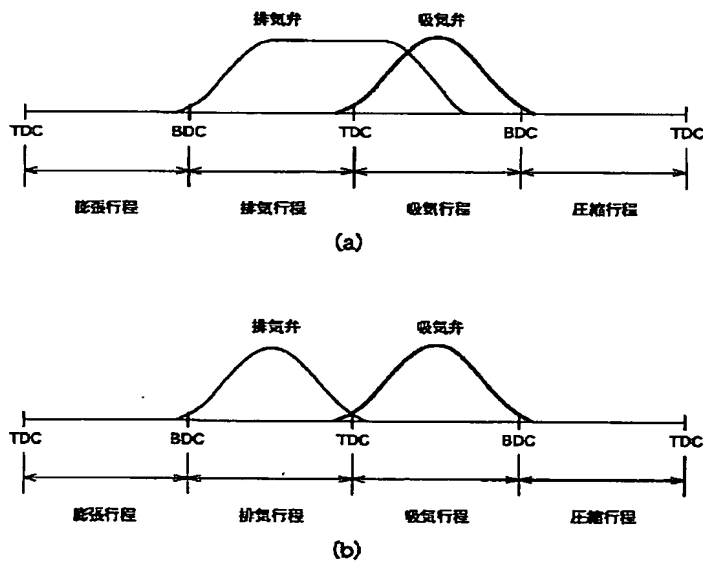
【図27】



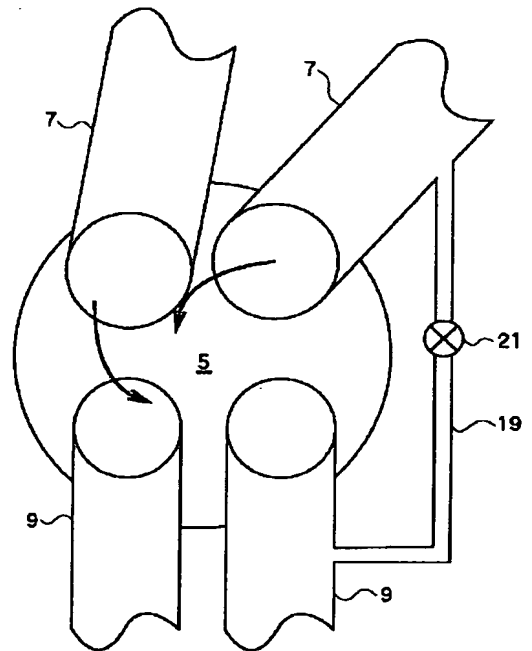
【図25】



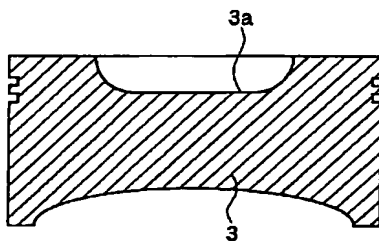
【図26】



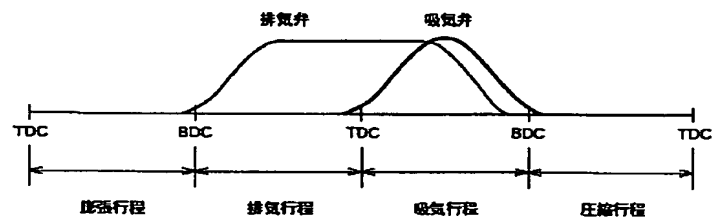
【図29】



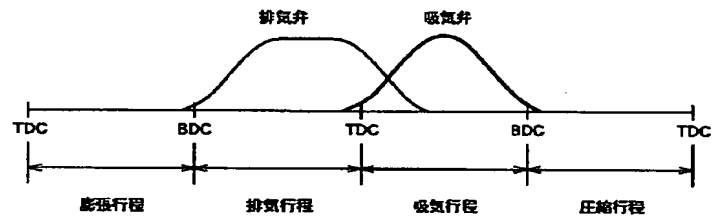
【図33】



【図28】

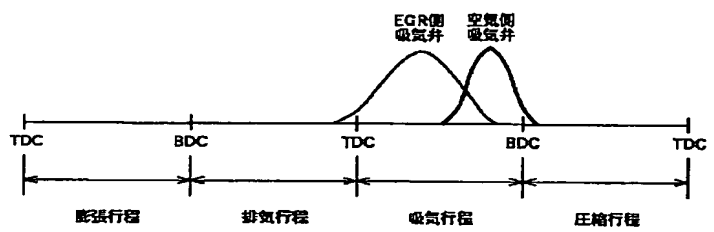


(a)

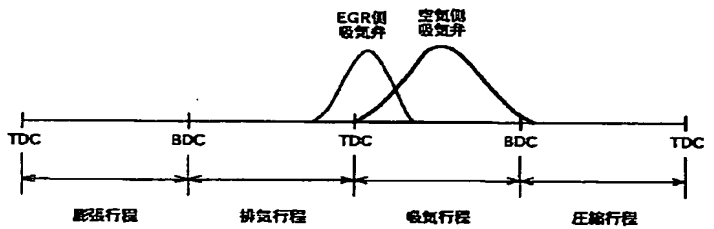


(b)

【図31】

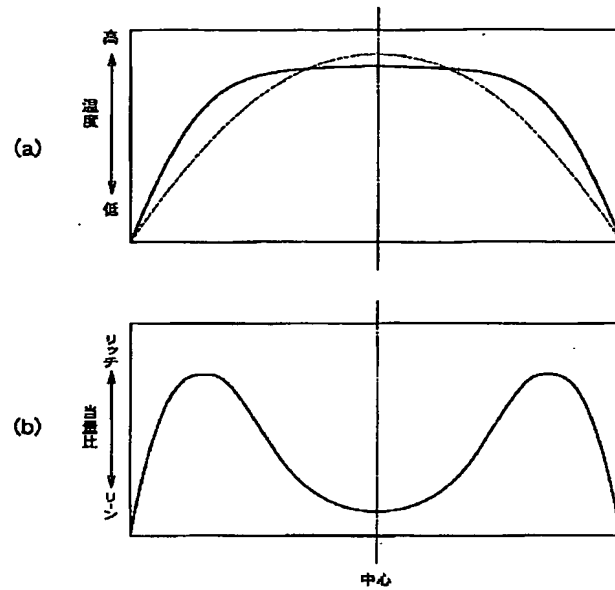


(a)



(b)

【図32】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷		識別記号	F I		テーマコード [*] (参考)
F 0 2 D	21/08	3 0 1	F 0 2 D	21/08	3 0 1 C
	41/02	3 5 1		41/02	3 5 1
	41/40			41/40	D
	43/00	3 0 1		43/00	3 0 1 N
					3 0 1 J
					3 0 1 Z
F 0 2 M	25/07	5 1 0	F 0 2 M	25/07	5 1 0 B
		5 7 0			5 7 0 A
					5 7 0 D
					5 7 0 J

- (72)発明者 寺地 淳
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内
- (72)発明者 青地 英治
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

Fターム(参考) 3G023 AA06 AA18 AB03 AB06 AC05
AD03 AD07 AG01 AG03
3G062 AA01 AA07 BA05 BA09 GA05
GA06 GA15
3G084 AA00 BA15 BA20 BA23 CA03
CA04 CA09 DA38 FA10 FA33
FA38
3G092 AA01 AA06 AA11 AA17 BB06
DA03 DA12 DC08 DE03S
FA16 GA03 GA16 HE01Z
HE03Z HF08Z
3G301 HA01 HA04 HA09 HA10 HA13
HA17 HA19 JA22 KA06 KA23
LA00 LB04 MA18 PE01Z
PE03Z PF03Z

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.